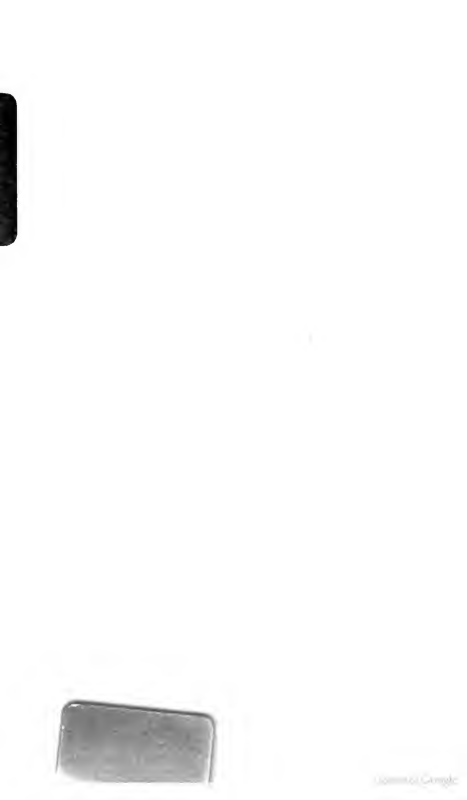






ANNALES
DE CHIMIE,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Par MM. GUYTON (ci-devant DE MORVEAU); LAVOISIER, MONGE, BERTHOLLET, FOURCROY, ADET, HASSENFRATZ, DIETRICH, SEGUIN, VAUQUELIN ET PELLETIER.

AVRIL 1792.



TOME TREIZIEME.

A PARIS,

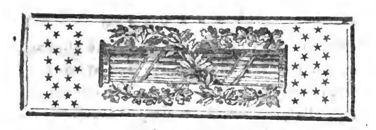
RUE ET HOTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street, N°. 7 Soho.

M. DCC. XCII.





ANNALES DE CHIMIE,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

EXPLICATIONS DE QUELQUES PHÉNOMENES

qui paroissent contrarier les loix des affinités chimiques ;

Par J. H. HASSENFRATZ.

LE problême le plus intéressant que la chimie puisse présenter, la solution qui avanceroit le plus les progrès de cette science, et qui la mettroit à même d'être soumise au calcul, est

celui qui déterminera cette manière absolue ; ou au moins d'une manière très-approchée, le rapport des affinités des substances simples entr'elles, des substances simples avec les substances composées et des substances composées entr'elles; soit que ces substauces ne soient soumises qu'à leurs affinités mutuelles, soit qu'elles soient influencées par la présence d'une ou de plusieurs autres substances simples ou composées.

Tous les savans qui se sont occupés de la chimie d'une manière distinguée, tous ceux qui ont contribué à amener cette science au degré de simplicité où elle est aujourd'hui, ont cherché à perfectionner et à simplifier le rapport des affinités, et un grand nombre des découvertes qui ont illustré notre siècle, n'ont dû leur naissance qu'à la sagacité de leurs auteurs à appercevoir des rapports d'affinités qui avoient été ignorés.

Ainsi les moyens de perfectionner les rapports d'affinités chimiques sont des moyens d'avancer les bornes de la science chimique.

De toutes les tables de rapports d'affinités exprimés en nombre, la plus exacte que nous connoissions jusqu'à présent, est celle que M. Guyton de Morveau a imprimée à la fin de la seconde partie du premier volume de la partie

chimique de l'Encyclopédie par ordre de matières.

Je rapporte cette table en entier, parce qu'elle nous sera nécessaire dans le cours de ce mémoire.

Acides.

	sulfurique	nitrique	muriat.	antimon.	carb.
Baryte	66	62	36	28	14
Potasse	62	58	32	26	9
Soude	58	50	31	25	8
Chaux	54	44	24	19	12
Ammoniaque	46	38	21	20	4
Magnésie	50	40	22	17	6
Alumine	40	36	18	15	2

Il est aisé d'appercevoir par cette table, que l'affinité de l'acide muriatique pour la soude étant exprimée par 31, et celle de l'acide muriatique pour la chaux étant exprimée par 24, si l'on expose de l'acide muriatique à l'action de la soude et de la chaux, la soude attirant l'acide muriatique avec une force $= 31$, tandis que la chaux ne l'attire qu'avec une force $= 24$, elle aura sur la chaux une force $= 31 = 24 = 7$, avec laquelle elle s'emparera de l'acide. En effet, si dans une dissolution saturée de muriate de chaux on verse de la soude, elle s'empare de l'acide muriatique de la chaux, forme du muriate de soude, et laisse la chaux libre.

On voit dans cette table, que l'acide carbonique est attiré par la soude avec une force = 8, tandis qu'elle est attirée par la chaux avec une force = 12; d'où il suit aussi que si l'on verse de l'acide carbonique dans un mélange de soude et de chaux, la chaux s'emparera de cet acide sur la soude avec une force = 8 = 4.

Cela posé, si l'on mêle ensemble de la soude, de la chaux, de l'acide muriatique et de l'acide carbonique dans des proportions telles, qu'elles soient propres à se saturer réciproquement, il arrivera que la soude, ayant une plus grande affinité pour l'acide muriatique, s'emparera de cette substance, tandis que la chaux se combinera avec l'acide carbonique : c'est ce que l'on voit en effet arriver toutes les fois que l'on mêle ces quatre substances : il y a plus, c'est que si l'on mêle ensemble du muriate de chaux et du carbonate de soude, il se fait une décomposition et une composition double; l'acide muriatique abandonne la chaux et forme du muriate de soude en se combinant avec la soude, tandis que l'acide carbonique se porte sur la chaux, et forme du carbonate de chaux.

Cela posé, il paroît simple et naturel, toutes les fois que l'on mêle ensemble de la chaux, de la soude, de l'acide muriatique et de l'acide carbonique, d'espérer que l'on obtiendra du mu-

riate de soude et du carbonate de chaux, à plus forte raison, si le muriate de soude est déjà tout formé. Cependant le célèbre Schéele s'est assuré que si l'on verse sur de la chaux une dissolution de muriate de soude, et qu'on mette le tout dans une cave, dans laquelle il y ait de l'acide carbonique libre, on obtient du carbonate de soude et du muriate de chaux.

Ce phénomène paroît tellement contredire les rapports d'affinités, que plusieurs chimistes en ont douté; quelques-uns même ont assuré qu'il ne réussissoit pas.

J'ai répété l'expérience de Schéele dans plusieurs laboratoires et en particulier dans celui de M. Lavoisier, et j'ai obtenu en tout point les résultats que Schéele a annoncés; j'ai obtenu du carbonate de soude et du muriate de chaux extrêmement pur.

Je dois annoncer ici que pour que cette expérience réussisse complettement et promptement, il est nécessaire que le mélange de chaux et de muriate de soude soit exposé dans un endroit où il y ait beaucoup d'acide carbonique libre.

Schéele s'est encore assuré que si l'on mêle ensemble du sulfate de soude et de la chaux, du nitrate de soude et de la chaux, et que l'on expose ces mélanges dans une cave dans

l'air de laquelle il y ait de l'acide carbonique;
on obtient du carbonate de soude et du sulfate
de chaux dans le premier cas, du carbonate de
soude et du nitrate de chaux dans le second.

Cependant le rapport d'affinité de l'acide
sulfurique pour la soude est 58, celui de l'acide sulfurique pour la chaux 54. Ainsi la
soude a sur la chaux une force = 58 = 54
= 4, et le mêlange paroîtra devoir former du
sulfate de soude et du carbonate de chaux; ce
qui arrive en effet : car toutes les fois que l'on
mêle ensemble du sulfate de chaux et du carbonate de soude, il se fait une double décomposition, l'acide sulfurique quitte la chaux
pour se porter sur la soude, et forme du sulfate de soude, tandis que l'acide carbonique
se porte sur la chaux, et forme du carbonate
de chaux.

L'acide nitrique s'unit à la soude avec une
force=50, il s'unit à la chaux avec une force
= 44 : donc la soude a sur la chaux, par rapport à l'acide nitrique, une force = 50 = 44
= 6; et toutes les fois que l'on mêle ensemble
du carbonate de soude et du nitrate de chaux,
il se fait une double décomposition, et l'on
obtient du nitrate de soude et du carbonate de
chaux.

J'ai aussi répété ces deux expériences de Schéele qui paroissent si contraires aux loix d'affinité

chimique et aux phénomènes d'après lesquels elles ont été déterminées, et j'ai obtenu, comme Schéele, du sulfate de chaux et du carbonate de soude, du nitrate de chaux et du carbonate de soude.

J'ai encore observé, pour que ces expériences réussissent promptement et complettement, qu'il falloit que les mêlanges fussent exposés dans un endroit où il y eût de l'acide carbonique libre.

Schéele a encore observé que si l'on plonge une lame de fer dans une dissolution saturée de muriate de soude, de sulfate de soude, de nitrate de soude, l'on obtient du carbonate de soude, du muriate de fer, du sulfate de fer et du nitrate de fer; ce qui paroît contredire tous les phénomènes que nous connoissions, puisque le carbonate de soude décompose le muriate de fer, le sulfate de fer, le nitrate de fer, en précipitant l'oxide de fer de ses dissolutions, et forme avec ces acides du muriate de soude, du sulfate de soude et du nitrate de soude.

J'ai encore répété ces expériences de Schéele, et j'ai obtenu le même résultat en observant de même que pour qu'elles réussissent promptement et complettement, il est nécessaire que les mêlanges soient exposés dans un endroit où il y ait de l'acide carbonique libre.

Ces résultats si extraordinaires avoient telle-

ment étonné Schéele, qu'il ne trouvoit d'autre moyen de les expliquer qu'en disant : « On » peut croire que l'alcali a une plus grande affi- » nité avec les acides, quand ils contiennent une » certaine quantité d'eau : au contraire quand » l'eau est évaporée pour la plus grande partie, » il est possible que des matières terreuses ou » métalliques reprennent la prééminence, sur- » tout si l'alcali, qui est séparé de son acide, en » rencontre sur-le-champ un autre plus foible » avec lequel il puisse s'unir : tel est l'acide mé- » phitique qui se trouve très-abondant dans les » caves ».

D'où l'on voit que Schéele ne trouvoit d'autre moyen d'expliquer ce phénomène, qu'en supposant que l'affinité de l'alcali pour l'acide différoit en raison de la quantité d'eau qui se trouvoit dans le sel neutre.

Je crois inutile de combattre cette explication ; ce n'est pas l'objet que je me suis proposé dans ce mémoire. Je vais seulement chercher à prouver que ces phénomènes si extraordinaires en apparence sont simples et naturels, qu'ils dépendent de toutes les loix d'affinités chimiques connues jusqu'à présent, et qu'ils peuvent même servir de moyen pour rectifier les tables des rapports exprimés avec des nombres.

Une circonstance particulière de ce phénomène que Schéel ne dit pas, et qu'il est nécessaire de savoir, c'est qu'il n'y a jamais qu'une portion de muriate de soude qui se décompose, et que cette portion dépend des rapports des quantités de muriate de soude et de chaux : plus la quantité de chaux est grande par rapport au muriate de soude, plus la quantité de carbonate de soude obtenue est grande.

Du reste la décomposition se fait par-tout où il y a contact de gaz acide carbonique; mais il faut observer qu'en même-tems qu'il se forme du carbonate de soude, il se forme aussi du carbonate de chaux.

Ceci posé et ceci bien entendu, examinons ce qui doit se passer lorsqu'on mêle ensemble du muriate de soude et de la chaux à la manière de Schéele, et que l'on expose ce mêlange à l'action de l'acide carbonique.

Si l'on prend une terrine de grès, qu'on l'emplisse de chaux éteinte, que l'on verse dessus de l'eau saturée de muriate de soude, il arrivera que l'eau, pénétrant toute la masse de la chaux, s'y arrangera d'une manière uniforme et telle, que chaque molécule de muriate de soude sera environnée de molécules de chaux, et réciproquement.

Cet arrangement fait, et la terrine exposée

à l'action de l'acide carbonique libre, il est clair que l'acide muriatique qui est uni à chaque molécule de soude sera attirée par l'affinité de la chaux en même-tems que par celle de la soude, et qu'il ne tiendra dans la soude que par une force égale à la différence des deux attractions. Ainsi, comme l'affinité de l'acide muriatique pour la soude est exprimée par 31 dans la table de M. Guyton de Morveau, et que celle de ce même acide pour la chaux est exprimée par 24, il s'ensuit que l'acide muriatique n'est retenu dans la soude que par une force $=31=24=7$.

Actuellement supposons pour un instant que le mêlange fait, l'eau soit bien imbibée, de manière que les substances de la surface puissent se solidifier; supposons encore qu'il y ait une portion de cette surface couverte d'une légère couche de molécule de muriate de soude, cette couche se trouvera nécessairement en contact avec l'acide carbonique dans la partie supérieure à sa surface, tandis que l'acide muriatique qui y est combiné sera attiré par toute la masse de chaux inférieure. Nous avons vu que cette attraction de l'acide muriatique par la chaux réduisoit l'affinité de la soude pour l'acide muriatique à une force exprimée par $31=24=7$. L'affinité de la soude pour

l'acide carbonique qui est en contact avec cette rangée de molécules, n'est combattue par aucune force; et cette affinité, d'après la table de M. Guyton de Morveau, est exprimée par 8 : il arrivera donc que l'acide muriatique, tenant à la couche de molécules de soude par une force $= 7$, sera remplacé par l'acide carbonique qui agit sur elle par une force égale à 8, et que l'union de l'acide carbonique avec la soude se fera avec une force exprimée par $8 = 7 = 1$.

Au-dessous de cette couche de molécules qui de muriate de soude sont devenues carbonate de soude, peut se trouver ou une couche de molécules de chaux, ou une couche de molécules de muriate de soude. Si la couche suivante est formée de molécules de chaux, celle-ci, qui s'est emparée de l'acide muriatique de la soude, la rendra aux couches de chaux suivantes, et elle s'emparera de l'acide carbonique du carbonate de soude, pour lequel elles ont plus d'affinité; mais à mesure que la couche de chaux prendra l'acide carbonique de la soude, celle-ci en reprendra de nouveau à la masse d'air avec laquelle elle est en contact, et restera toujours à l'état de carbonate de soude.

Si au contraire la couche inférieure est du muriate de soude, la couche supérieure, étan'

saturée et en contact avec de l'acide carbonique, servira d'intermédiaire ou de conducteur à l'acide carbonique de l'atmosphère pour se combiner avec la soude de la seconde couche de molécules dans laquelle les circonstances devenant les mêmes que pour la première couche, elle abandonnera son acide muriatique pour se combiner avec de l'acide carbonique, et ce phénomène se passera de couche en couche, jusqu'à ce qu'il se rencontre une couche de chaux, où pour-lors, il arrivera ce que nous avons dit plus haut pour la couche des molécules de chaux.

Lorsque la couche des molécules de chaux sera saturée d'acide carbonique, elle servira d'intermédiaire, de conducteur à cet acide, pour qu'il puisse se combiner avec les autres couches de soude et de chaux.

L'explication de la décomposition du muriate de soude que je viens de donner dans le cas que la première couche, celle de la surface, seroit de muriate de soude, peut également s'appliquer au cas où la première couche, celle qui est à la surface, seroit formée de molécules de chaux, avec cette différence que la première rangée, que la couche de molécules de chaux commenceroit par se saturer d'acide carbonique, avant que cet acide nepût agir sur

le muriate de soude, et qu'il n'agiroit sur le muriate de soude qu'à travers la couche de carbonate de chaux qui serviroit d'intermédiaire, de conducteur à l'acide carbonique pour arriver jusqu'à la soude, et agir efficacement dessus avec toute sa force d'affinité.

On voit que pendant ces décompositions l'acide muriatique attiré par la chaux doit se porter de plus en plus vers le centre de la masse, et comme le muriate de chaux est très-déliquescent, qu'il doit couler et se déposer au fond de la terrine, et j'ai trouvé, ainsi que Schéele, au fond des terrines de grès où je faisois mes expériences, du muriate de chaux liquide. Cette quantité de muriate de chaux étoit toujours proportionnelle à la quantité de carbonate de soude qui s'étoit formé.

Cette explication de ce qu'il doit se passer est simple et naturelle; elle est parfaitement liée aux effets connus des affinités chimiques, et s'accorde complettement avec les rapports en nombre donnés par M. Guyton de Morveau, et avec le phénomène de Schéele qui avait été inexpliqué jusqu'à ce jour.

Lorsque la première couche de soude ou de chaux est saturée d'acide carbonique, l'action de cet acide ne se faisant plus que par l'intermède de la couche saturée, quelque bon con-

ducteur d'acide carbonique que soit cette couche, il doit nécessairement éprouver, pour arriver jusqu'aux autres couches, une résistance qui doit diminuer la force de son action, et cela en raison de la qualité conductrice de la couche saturée. Cette diminution étant successivement plus considérable à mesure que la couche augmente, il doit y avoir un terme où l'action de l'acide carbonique et de l'acide muriatique est en équilibre, et par-delà lequel il n'y a plus de décomposition.

Ce terme, ou cette épaisseur de couche paroît être très-petite dans l'expérience de la décomposition du muriate de soude par la chaux, car il ne se forme jamais qu'une couche extrêmement mince de carbonate de soude: quelque tems qu'on laisse les masses en expérience et cette couche enlevée, il s'en forme aussi-tôt une seconde qui, au bout de quinze jours, n'augmente plus sensiblement d'épaisseur, s'il y a beaucoup d'acide carbonique libre dans l'endroit où se fait l'expérience.

Il suit de l'explication que je viens de donner de la décomposition du muriate de soude par la chaux en présence de l'acide carbonique, que le principe de cette décomposition est fondé sur l'action simultanée de trois affinités simples, de l'affinité de la soude pour l'acide muriati

que

tique, de l'affinité de la chaux pour l'acide muriatique et de l'affinité de la soude pour l'acide carbonique, et que pour que cet effet ait lieu, il faut que, la chaux étant libre et surabondante, la différence des affinités de l'acide muriatique pour la soude et pour la chaux soit moins grande que l'affinité directe de l'acide carbonique pour la soude.

L'affinité de la soude pour l'acide muriatique est $= 31$.

— de la chaux pour l'acide muriatique $= 24$.

— de la soude pour l'acide carbonique — 8.

La formule se trouve $31 - 24 = 7 < 8$.

Appliquons cette formule à quelques autres expériences de Schéele que j'ai répétées, et dont j'ai obtenu le même résultat.

Ces expériences sont 1°. l'effet du mêlange du nitrate de soude avec la chaux exposé à l'action de l'acide carbonique.

2°. L'effet du mêlange du sulfate de soude avec la chaux exposé à l'action de l'acide carbonique.

3°. L'effet du mêlange du muriate de soude avec la magnésie pure, exposé à l'action de l'acide carbonique.

4°. L'effet du mêlange du nitrate de soude avec la magnésie pure exposé à l'action de l'acide carbonique.

5°. L'effet du mêlange du sulfate de soude avec la magnésie pure exposé à l'action de l'acide carbonique.

Nous allons d'abord déterminer les formules de ces cinq expériences, et les comparer aux effets que Schéele a obtenus, après quoi nous examinerons d'autres expériences.

Par la première expérience, celle du nitrate de soude et de la chaux, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide nitrique pour la soude = 50,
de l'acide nitrique pour la chaux = 44,
de l'acide carbonique pour la soude = 8.
Ainsi la formule est 50 — 44 = 6 < 8 :
Donc décomposition de nitrate de soude et formation du carbonate de soude, ce que Schéele a trouvé.

La seconde expérience est celle du sulfate de soude et de la chaux. La table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité

de l'acide sulfurique pour la soude, par 58,
de l'acide sulfurique pour la chaux, par 54,
de l'acide carbonique pour la soude, par 8.
Ainsi la formule est 58 — 54 = 4 < 8 :
Donc décomposition ; ce que Schéele a trouvé.

Si l'on y prend garde, on verra que la force

qui détermine la décomposition du muriate, du nitrate et du sulfate de soude, est exprimée,

Le premier par .... $8 - 7 = 1$

Le second par .... $8 - 6 = 2$

Le troisième par .... $8 - 4 = 4$

Qu'ainsi la force qui détermine la décomposition du sulfate de soude est plus considérable que celle qui détermine la décomposition du nitrate de soude, et celle-ci plus considérable que celle qui détermine la décomposition du muriate de soude.

Par la troisième expérience, celle du muriate de soude et de la magnésie, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide muriatique pour la soude $= 31$,

de l'acide muriatique pour la magnésie $= 22$,

de l'acide carbonique pour la soude $= 8$.

Ainsi la formule est $31 - 22 = 9 > 8$:

Donc point de décomposition; ce que Schéele a trouvé.

Pour la quatrième expérience, le nitrate de soude avec la magnésie, la table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité

de l'acide nitrique pour la soude, par 50,

de l'acide nitrique pour la magnésie, par 40,

de l'acide carbonique pour la soude, par 8.

Ainsi la formule est $50 - 40 = 10 > 8$:

Donc point de décomposition ; ce que Schéele a trouvé.

Pour la cinquième expérience, le sulfate de soude et la magnésie, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide sulfurique pour la soude $= 58$,
de l'acide sulfurique pour la magnésie $= 50$,
de l'acide carbonique pour la soude $= 8$.

Ainsi la formule est de $58 - 50 = 8 = 8$:

Donc les deux forces sont en équilibre, point de décomposition ; ce que Schèele a trouvé.

Schéele a soumis à ses expériences des mêlanges de carbonate de chaux et de muriate de soude, de carbonate de chaux et de nitrate de soude, de carbonate de chaux et de sulfate de soude, de carbonate de magnésie et de muriate de soude, de carbonate de magnésie et de nitrate de soude, de carbonate de magnésie et de sulfâte de soude.

On apperçoit au premier abord que la chaux et la magnésie, étant déjà saturées d'acide carbonique, n'ont plus sur l'acide muriatique, nitrique et sulfurique combiné avec la soude, qu'une action égale à l'affinité de ces acides sur la chaux et la maguésie, moins l'affinité de l'acide carbonique pour ces deux terres. Les tables de M. Guyton de Morveau indiquent l'affinité de l'acide carbonique sur la chaux par 12, et celle

de l'acide carbonique sur la magnésie par 6.

L'affinité du carbonate de chaux.

pour {l'acide muriatique $= 24 - 12 = 12$,
l'acide nitrique $= 44 - 12 = 22$,
l'acide sulfurique $= 54 - 12 = 32$,

Ainsi les formules sont,

pour {le muriate de soude $31 - 12 = 19 > 8$,
le nitrate de soude $50 - 22 = 28 > 8$,
le sulfate de soude $58 - 32 = 26 > 8$.

Donc il n'y a pas de décomposition, ainsi que Schéele l'a trouvé.

Il est inutile d'examiner les formules de l'effet de la magnésie; car par cela seul que nous avons trouvé que la magnésie pure, employant toute son action sur les trois acides, n'a pu faire décomposer les sels neutres à base de soude, il doit nécessairement arriver que l'affinité de la magnésie affoiblie par sa combinaison avec l'acide carbonique, doit encore moins les décomposer. C'est aussi ce que Schéele a trouvé.

Schéele a encore soumis à ses expériences du muriate de potasse, du nitrate de potasse, du sulfate de potasse mêlangé avec de la chaux.

On trouve dans la table de M. Guyton de Morveau que l'affinité
de l'acide muriatique pour la potasse... $= 32$,
—— nitrique........................ $= 58$.

de l'acide sulfurique.................. = 62;
—— muriatique pour la chaux....... = 24,
—— nitrique......................... = 44,
—— sulfurique...................... = 54,
—— cabonique pour la potasse....... = 9.

Cela posé, la formule pour le muriate de potasse est $32 - 24 = 8 < 9$; pour le nitrate de potasse $58 - 44 = 18 > 9$; pour le sulfate de potasse $62 - 54 = 8 < 9$.

D'où il suit que dans ces trois expériences le nitrate de potasse ne doit point être décomposé, et que le muriate et le sulfate de potasse doivent éprouver une décomposition. Cependant Schéele annonce qu'il n'a décomposé aucun de ces sels.

Ce défaut de décomposition, en supposant la table des rapports de M. Guyton de Morveau très-exacte, peut dépendre de la nature de la potasse.

Tous les chimistes savent que la potasse pure est très-déliquescente, que la potasse combinée à une petite portion d'acide carbonique est encore extrêmement déliquescente, qu'elle attire l'humidité et se résout en liqueur, et qu'elle ne perd enfin sa propriété déliquescente, que lorsqu'elle est entièrement saturée d'acide carbonique, de manière à ne pouvoir se cristalliser.

Les chimistes savent aussi que lorsque la po-

tasse s'est déjà combinée avec une portion d'acide carbonique, et qu'elle est encore déliquescentes, elle n'attire plus que foiblement l'acide carbonique de l'atmosphère, de manière que pour la saturer au point de la faire cristalliser, il faut y faire entrer l'acide carbonique en nature, l'en pénétrer et l'y combiner par des moyens particuliers.

Cela posé, lorsque l'acide carbonique se porte sur le muriate de potasse combiné avec la chaux, et qu'il le décompose, le premier résultat de cette composition est la formation d'un carbonate de potasse foiblement saturé et conséquemment déliquescent, et la formation du muriate de chaux, sel aussi déliquescent; ces deux sels attirent ensemble l'humidité de l'air, deviennent liquides et pénètrent la masse pour se déposer au fond du vase qui contient ce mélange. Lorsque le carbonate de potasse liquide rencontre le muriate de chaux liquide, les deux sels se décomposent par double affinité, le carbonate de potasse revient à son état primitif, c'est-à-dire, muriate de potasse, et il ne se forme dans toute la masse que du carbonate de chaux.

Ce cas particulier prouve que pour que l'expérience des décompositions chimiques par triples affinités puissent se faire complettement, il faut que le nouveau sel formé avec la subs-

tance décomposée ne soit point un sel déliquescent, et qu'il soit au contraire facilement solidifiable ou cristallisable, comme, par exemple, le carbonate de soude.

Schéele dit dans une lettre écrite à M. Crell et publiée dans les *Chemische Annalen* du mois d'août 1784 : « Lorsqu'on fait bouillir du » sulfate de soude avec la chaux vive, il se sé» pare toujours de la soude pure. Cependant on » n'obtient cet alcali pur qu'en très-petite quan» tité, car on retrouve en cristaux la plus grande » partie du sulfate de soude. En répétant cette » opération on sépareroit encore un peu l'alcali, » et ainsi successivement; mais le produit ne » vaudroit pas le travail ».

Ce résultat, ainsi qu'on peut s'en appercevoir, ne tient point à l'action de trois affinités simples, et n'entre point dans la classe des phénomènes que nous expliquons ici.

Comme je ne trouve point dans la table de M. Guyton de Morveau les rapports exprimés en nombre, des affinités chimiques des substances métalliques, je ne soumettrai point à ma formule les décompositions des muriate, nitrate et sulfate de soude par le fer; je me réserve de parler de l'explication de ces décompositions qui ont leurs considérations particulières, dans un mémoire que je me propose de lire inces-

samment à l'académie sur le moyen que l'on peut tirer des expériences par triples affinités simples, pour rectifier nos tables des rapports d'affinités chimiques exprimées en nombre.

DEUXIEME MÉMOIRE

SUR L'EXPLICATION

DE PLUSIEURS PHÉNOMENES

Qui paroissent contrarier les loix des affinités chimiques ;

Par J. H. HASSENFRATZ.

DANS le premier mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie, et dans lequel j'ai examiné diverses expériences de Schéele sur la décomposition de plusieurs sels neutres par la chaux, j'ai fait voir que ces phénomènes inexpliqués jusqu'à ce jour dependoient de l'action simultanée de trois affinités simples, et j'en ai déduit cette formule : Si on appelle a l'affinité de l'acide du sel neutre pour sa base, b l'affinité du même acide pour la chaux ou la substance avec laquelle on mêle le sel neutre, et c l'affinité de l'acide carbonique pour la base du sel neutre, on a cette formule $a - b \gtreqless c$;

dans le cas où $a - b \overline{<} c$, il y a décomposition de sel neutre et formation d'un carbonate avec la base de ce sel; et dans le cas où $a - b > c$; il n'y a point de décomposition.

De la formule $a - b < c$ indiquant la décomposition du sel neutre, il doit s'en suivre que lorsque dans une expérience analogue il y a décomposition, il faut nécessairement que $a - c$ soit $< b$; d'où il suit que si l'on ne connoissoit dans l'expérience que les quantités a et c, on auroit nécessairement une limite au-dessous de laquelle la force d'affinité b ne pourroit pas être.

Ceci posé et bien étendu, examinons le problême de la décomposition des sels neutres, tels que les muriates, les nitrates et les sulfates de soude par le fer, ainsi que Schéele et moi nous en sommes assurés.

Comme dans la décomposition des muriates, nitrates et sulfates de soude par le fer en présence de l'acide carbonique, si l'action des affinités étoit aussi simple que dans les expériences que j'ai considérées dans mon premier mémoire, a exprimant l'affinité de l'acide muriatique, nitrique et sulfurique pour la soude, b l'affinité de ces mêmes acides pour le fer, et c l'affinité de l'acide carbonique pour la soude, on auroit, par cela seul que le fer à décomposé ces sel b l'affinité des acides pour le fer $> a$

$= c$, et en mettant les valeurs a et c dans la formule, on auroit, dis-je, un terme au-dessus duquel seroit nécessairement l'affinité du fer pour ces acides.

La table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité de

l'acide muriatique pour la soude..... = 31;
—— nitrique.................... = 50,
—— sulfurique.................. = 58,
—— carbonique.................. = 8.

D'où s'en suivroit que l'affinité de l'acide muriatique pour le fer seroit plus grande que $31 - 8 = 23$;

Que l'affinité de l'acide nitrique pour le fer seroit plus grande que $50 - 8 = 42$;

Que l'affinité de l'acide sulfurique pour le fer seroit plus grande que $58 - 8 = 50$.

Comme pendant la décomposition des sels par le fer, le fer pur s'oxide pour se combiner avec les acides, ce n'est point l'affinité du fer pour les acides que ces formules exprimeroient, mais l'affinité de l'oxide de fer pour les acides.

Comme le fer s'oxide en décomposant les sels neutres à base de soude, j'ai essayé si cette décomposition réussiroit également avec des métaux qui paroissoient avoir plus d'affinité pour les acides que le fer, et qui fussent susceptibles de se dissoudre dans ces acides : j'ai

donc essayé l'action du zinc sur ces trois sels neutres, et je les ai décomposés de la même manière qu'avec le fer, c'est-à-dire, que j'ai obtenu du carbonate de soude et du muriate, du nitrate et du sulfate de zinc.

Il suit de cette décomposition, ainsi que de celle de Schéele par le fer, que

L'affinité de l'acide muriatique pour le zinc est plus grande que 23;

L'affinité de l'acide nitrique pour le zinc est plus grande que 42;

L'affinité de l'acide sulfuriqne pour le zinc est plus grande que 50.

Schéele s'étoit déja assuré, et je l'ai vérifié aussi, que le cuivre et le plomb ne décomposoient point ces sels neutres, 1°. parce que ces métaux n'ont d'affinité pour les acides que lorsqu'ils sont à l'état d'oxide, et cela je le prouverai plus bas en faisant voir que l'oxide de blomb décompose ces sels neutres, et 2°. paree que ces métaux n'ont pas assez d'affinité pour l'oxigène, pour décomposer l'eau et s'oxider par cette décomposition, lorsqu'on les expose à l'action de l'acide muriatique et de l'acide sulfurique.

On ne connoît jusqu'à présent d'autres expériences sur les rapports d'affinités des acides pour les oxides métalliques comparés entr'eux,

que les précipités des métaux les uns par les autres : c'est le moyen que Bergman a employé pour ranger dans sa table d'attraction élective les métaux dans l'ordre de leurs affinités pour les acides, et c'est la plus généralement adoptée jusqu'à ce jour.

Cependant tous les chimistes savent que deux phénomènes ont lieu à la fois dans la précipitation des métaux les uns par les autres ; le métal précipitant s'empare de l'oxigène du métal précipité, et l'acide abandonne l'oxide métallique décomposé, pour se combiner avec l'oxide métallique nouvellement formé. Ainsi la précipitation des métaux les uns par les autres peut être regardée comme le résultat de quatre forces : de l'affinité de l'oxigène pour les deux métaux et de l'affinité de l'acide pour les deux oxides : donc ces précipités sont un résultat d'affinité composée, qui ne peut point présenter un rapport d'affinité simple.

Si par des expériences particulières il étoit possible de déterminer en nombre les rapports d'affinité de l'oxigène pour les métaux, on déduiroit facilement de la précipitation des métaux les uns par les autres les rapports d'affinité des acides pour les oxides métalliques.

De même si l'on avoit par des expériences particulières les rapports en nombre des acides

pour les oxides métalliques, on auroit facilement, par les précipitations des métaux les uns par les autres, les rapports des affinités de l'oxigène pour les métaux, et ces rapports augmenteroient considérablement nos connoissances chimiques, et feroient faire un avancement rapide à cette science, sur-tout à la chimie des arts qui est celle qui paroît le plus intéresser la société dans ce moment où il y a beaucoup de capitaux libres.

Il semble au premier aspect, en examinant les expériences de Schéele sur la décomposition de plusieurs sels neutres par le fer, sur la décomposition de plusieurs sels neutres par le zinc, ainsi que je l'ai trouvé, et en se servant de la formule que j'ai donnée pour expliquer ces phénomènes, qu'il seroit possible d'essayer la décomposition de plusieurs sels par ces substances; et de déterminer pour chaque métal les limites entre lesquelles l'affinité des acides doit être exprimée : donnons-en un exemple.

Le muriate de soude, étant décomposé par le fer, prouve que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de fer est plus grande que $31 - 8 = 23$. Si en essayant la décomposition du muriate de baryte par le fer, il n'y avoit point de décomposition, cela prouveroit que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de

fer est moins grande que 36 — 14 = 22 ; donc que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de fer exprimée en nombre, doit être entre 22 et 23.

Il est aisé de voir que par un grand nombre d'expériences et en soumettant plusieurs sortes de muriate à l'action du fer, on parviendroit à tellement rapprocher les limites entre lesquelles se trouve l'affinité de l'acide muriatique pour le fer, que le nombre pourroit être regardé comme déterminé.

Ce que je viens de dire pour l'oxide de fer et pour l'acide muriatique, pourroit se dire pour toute autre oxide métallique et pour tout autre acide, et il ne faudroit que des expériences analogues, pour arriver à ces résultats tant desirables et tant desirés.

Plein de ce projet, j'ai exposé du muriate de soude à différens oxides métalliques; j'ai commencé par l'oxide de plomb. Je suis parvenu à décomposer le muriate de soude par cet oxide, et j'ai obtenu du carbonate et du muriate de plomb.

J'ai mis des proportions différentes du muriate de plomb, afin de m'assurer s'il seroit possible de décomposer complettement le muriate de soude par cette expérience; mais quelque petite quantité de muriate de soude que j'ai mê-

lée à mon oxide de plomb, il n'y eut jamais qu'une portion de décomposée : j'ai toujours obtenu une quantité plus ou moins grande de muriate de soude par la lessive.

Je m'étois particulièrement attaché à varier cette expérience et à la considérer sous un grand nombre de rapports, parce que c'est un des moyens que l'on emploie en Angleterre et en France pour décomposer le sel marin, en obtenir du carbonate de soude, et faire cette belle couleur jaune métallique, pour laquelle un anglais a obtenu une patente à Londres.

Après avoir décomposé le muriate de soude par l'oxide de plomb, j'ai essayé la décomposition de ce sel neutre par plusieurs oxides métalliques précipités de l'acide muriàtique ou de l'acide nitro-muriatique par les alcalis ; mais je n'ai obtenu aucune décomposition, pas même avec des oxides de fer et de zinc.

Je m'étois servi des dissolutions des métaux dans les acides muriatique et nitro-muriatique, afin que les oxides précipités contiennent juste la quantité d'oxigène nécessaire à leur combinaison avec l'acide du sel neutre que je voulois décomposer, parce qu'il auroit été possible, si les oxides eussent eu une proportion plus ou moins grande d'oxigène, que les acides n'eussent pas pu se combiner.

Etonné

Étonné du peu de succès de mes expériences, et sur-tout des oxides métalliques dont les métaux avoient décomposé le muriate de soude, j'ai cherché ce qui pouvoit empêcher mes expériences de réussir.

J'ai relu avec attention les mémoires de M. Berthollet sur l'action des oxides métalliques sur les alcalis, et celui de M. Fourcroi sur la manière dont se comporte l'ammoniaque avec les oxides métalliques. Ces deux mémoires prouvent, le premier, que les oxides métalliques ont une affinité avec la potasse, la soude, la chaux et l'ammoniaque; le second, que les oxides métalliques ont une telle action sur l'ammoniaque, qu'ils la décomposent en partie, et forment avec cet alcali une combinaison particulière.

L'action des alcalis sur les oxides métalliques et leurs combinaisons réciproques une fois prouvées, la différence des résultats obtenus avec les oxides métalliques précipités de leurs dissolutions par des alcalis, et les métaux purs et facilement oxidables, s'expliquent naturellement.

Dans les précipitations des oxides métalliques par les alcalis, il se forme nécessairement une combinaison d'oxide et d'alcali; car elle tient à l'oxide avec une force qui diminue nécessairement d'autant l'affinité de l'oxide pour l'acide,

et lorsque cette affinité est telle, que, soustraite de l'affinité de l'oxide métallique pour l'acide, la différence est moins grande que l'affinité de l'acide pour la soude, moins l'affinité de l'acide carbonique pour ce même alcali, il ne peut et il ne doit point y avoir de décomposition. Pour exprimer plus généralement cette formule, soit a l'affinité de l'acide pour la base du sel neutre, b l'affinité de l'acide pour l'oxide métallique, c l'affinité de l'acide carbonique pour la base du sel neutre, d l'affinité de la base du sel neutre pour l'oxide métallique, on aura $a-c$: $b-d$; dans le cas où $a-c$ sera égal ou plus grand que $b-d$, il n'y aura pas de décomposition, et la décomposition ne pourra avoir lieu que lorsque $a-c$ sera plus petit que $b-d$.

Ainsi, par cela seul que les alcalis et la chaux ont de l'affinité pour les oxides métalliques, on ne peut et l'on ne doit point employer, pour décomposer les sels neutres, des précipités obtenus par des alcalis, sans avoir préalablement déterminé l'affinité des alcalis pour les oxides.

Comme nous n'avons pas encore de moyen de déterminer les affinités des alcalis pour les oxides métalliques, il seroit possible, après avoir trouvé les affinités des oxides purs pour les acides, par le moyen que j'ai indiqué, de sou-

mettre aux mêmes expériences les mêmes oxides précipités par les alcalis purs, c'est-à-dire, combinés avec eux, et trouver par ce moyen le rapport d'affinité en nombre des alcalis pour les oxides métalliques.

Les affinités des acides pour la base du sel neutre, celles de l'acide carbonique pour la même base et celles des acides du sel neutre pour les oxides métalliques, étant connues, on auroit trois termes connus dans la formule de $a - c : b - d$; d'où il s'ensuivroit que l'on auroit les limites entre lesquelles seroient contenues les forces d'affinités d des alcalis pour les oxides métalliques; limites qui seroient d'autant plus rapprochées, que les expériences seroient plus multipliées ou mieux choisies.

Il paroît encore que dans la décomposition des sels neutres par les oxides métalliques, les bases, lorsquelles ont de l'action sur les oxides, retardent plus ou moins les décompositions.

J'ai soumis à l'action du fer et du zinc du muriate d'ammoniaque. On trouve dans les tables de M. Guiton de Morveau, que l'affinité de l'acide muriatique pour l'ammoniaque = 22 et celle de l'acide carbonique pour l'ammoniaque = 4; d'où suit cette formule que $a - c = 22 - 4 = 18$; qu'ainsi, pourvu que l'affinité des oxides et du zinc pour l'acide muriatique soit

un peu plus grande que 18, ces métaux, autrement leurs oxides, devroient décomposer le muriate d'ammoniaque : et comme nous avons vu que la décomposition du muriate de soude pour ces oxides métalliques établit que l'affinité des oxides de fer et de zinc doit être au moins de 23, il s'ensuit qu'ils devroient décomposer le muriate d'ammoniaque. Cependant les expériences que j'ai faites, dans le dessein d'opérer cette décomposition, ne m'ont pas réussi.

Ces résultats prouvent que l'action de l'ammoniaque est plus grande sur les oxides métalliques que celle de la soude, et que cette action agit déjà lorsque cet alcali est combiné avec l'acide muriatique : qu'ainsi dans l'usage des sels neutres pour trouver l'affinité des oxides métalliques pour les acides, il faut employer des sels dont les bases aient de l'affinité pour l'acide carbonique, et n'en aient point pour les oxides métalliques.

Cette affinité de l'ammoniaque pour les oxides métalliques explique une objection que l'on auroit pu faire dans le cours de ce mémoire, et dont la réponse est simple et naturelle.

Comment se fait-il que l'affinité du fer pour l'acide muriatique soit plus de 23, et que l'affinité de l'ammoniaque pour l'acide muria-

tique ne soit que 22, et que cependant l'ammoniaque précipite l'oxide de fer de sa dissolution dans l'acide muriatique?

C'est que lorsque l'on verse de l'ammoniaque ou tout autre alcali dans une dissolution de muriate de fer, une partie de l'ammoniaque se porte sur l'acide et une autre sur le fer, et que le *férate* ammoniacal qui se forme diminue d'autant l'affinité de l'oxide de fer pour l'ammoniaque; qu'ainsi, si l'affinité de l'acide muriatique pour l'ammoniaque$=a$, pour le fer $=b$, et l'affinité du fer pour l'ammoniaque$=d$, on a cette formule $a \lesseqgtr b - d$; et que pour qu'il y ait précipitation, il faut que a soit plus grand que $b-d$; qu'ainsi le d de la formule ou l'affinité de l'ammoniaque pour le fer est plus grande que $23-22=1$.

Et comme nécessairement la soude a aussi une affinité pour le fer, il en résulte que l'affinité de l'ammoniaque pour le fer est plus grande que l'affinité du fer pour la soude.

J'ai fait voir dans ce mémoire qu'en se servant de sels neutres dont les bases n'aient point d'affinité pour les oxides métalliques, et qu'en les exposant, à la manière de Schéele, à l'action des oxides métalliques et de l'acide carbonique, on pourroit parvenir à avoir, 1°. les rapports d'affinités en nombre des acides pour les oxides

métalliques; 2°. les rapports d'affinités des alcalis pour les mêmes oxides; et 3°. en réunissant ces expériences à celles des précipitations métalliques les unes par les autres, on pourroit aussi parvenir à avoir les affinités de l'oxigène pour les métaux; et comme quelques métaux décomposent l'eau pour s'emparer de son oxigène, et que d'autres ne la décomposent point, il seroit peut-être encore possible d'avoir le rapport d'affinité de l'oxigène pour l'hydrogène, et par suite pour beaucoup d'autres substances.

DESCRIPTION
D'UN EUDIOMÈTRE
ATMOSPHÉRIQUE (a);

Par HENRI REBOUL.

UN eudiomètre atmosphérique est un instrument propre à mesurer la quantité d'air vital contenue dans une portion d'air atmosphérique. On sait que l'atmosphère n'est qu'un mélange d'air vital et d'une autre espèce d'air que les anglois ont appelé air phlogistiqué, et qu'on

(a) Extrait des Mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse, tome III.

commence à connoître sous le nom plus convenable de mofette atmosphérique (*a*).

Pour trouver les proportions du mélange de l'air vital et de la mofette, il faut les mettre en contact avec des corps qui absorbent l'un sans toucher à l'autre. On peut donc employer, pour produire cet effet, toutes les substances qui ont une puissante affinité avec l'air vital, et qui peuvent l'absorber.

Ces substances sont connues sous le nom de combustibles : et en effet tout corps n'est combustible que parce qu'il peut s'unir à l'air vital ou à la base de l'air vital.

Tous les combustibles ne sont pas égale-

(*a*) Il est aisé de s'appercevoir que ceci a été écrit avant que les réformateurs de la chimie eussent introduit l'usage d'une nomenclature méthodique, qui est essentiellement liée aux progrès de la science, et qui rend l'idiôme de la chimie le plus parfait qu'on connoisse. J'observerai pourtant que le nom de gaz azote, qui est substitué à ceux de mofette et de gaz phlogistique est peut-être le seul de cette nombreuse nomenclature dans le choix duquel on se soit écarté des principes qui lui ont servi de base. La signification propre de ce mot n'a qu'un rapport vague avec son étymologie ; et puisque l'on conservoit à ses dérivés acides les noms de nitrique et nitreux, il semble que l'harmonie de la nomenclature eût été mieux conservée en donnant au gaz radical de ces acides le nom de nitrogène. (*Note écrite en* 1792.)

ment propres aux expériences de l'eudiomètre ; il faut en exclure ceux qui en brûlant produisent des fluides aériformes, comme les charbons, et les huiles, l'esprit-de-vin, etc. On s'est servi le plus souvent jusqu'à ce jour des combustibles qui sont sous forme d'air, par exemple, des gaz inflammables et nitreux, sans doute parce que leur substance se mêlant plus intimement à celle de l'air vital, la combustion en est plus complette; mais cet avantage est bien compensé par d'autres considérations. La première de toutes est l'impossibilité de se procurer toujours des gaz inflammables ou nitreux qui soient au même degré de pureté.

Or il est indispensable que le combustible qu'on emploie soit constamment le même; car, pour peu qu'il diffère de lui-même dans deux expériences, celles-ci offriront des résultats différens, quoiqu'on ait opéré sur le même air; ce qui est évidemment contraire au but qu'on se propose.

Schéele a employé, pour séparer l'air vital de la mofette, un mélange de limaille de fer, de soufre et d'eau ; d'autres se sont servis de foie de soufre. Ces moyens sont très-exacts, et sur-tout le premier; mais ils sont peu expéditifs. Le premier exige plusieurs heures; le second, plusieurs jours.

Le phosphore m'a paru réunir tous les avantages (*a*); son affinité avec l'air vital est très-puissante ; sa combustion est rapide, facile à animer, et ne fournit aucun produit aériforme.

D'après les propriétés du phosphore, voici ce me semble, la manière la plus simple de construire un eudiomètre.

Qu'on fasse souffler une boule à l'extrémité

(*a*) On ne finiroit point si on vouloit décrire et discuter tous les eudiomètres qu'on a imaginés jusqu'à ce jour. Celui d'air nitreux a lui seul subi successivement cinq ou six changemens dans les mains de MM. Prietsley, Magellan, Gérardin, Fontana et Achard. Ce dernier a publié aussi la description d'un eudiomètre à phosphore (*Journal de Physique, année* 1784, *tome I*). Cet instrument n'a guère été mis en usage; la construction en est difficile, la forme bizarre, et la manipulation qu'il exige compliquée et embarassante. D'ailleurs la combustion du phosphore ne peut s'y opérer que d'une manière très-imparfaite. Mais rien n'a peut-être plus contribué à faire négliger l'usage de cet eudiomètre, que la théorie qui a servi de principe à sa construction, et que personne, que je sache, n'a adoptée. Suivant l'auteur de cette théorie, le phosphore en brûlant précipitoit l'air fixe de l'air de l'atmosphère. C'étoit dans le temps que Priestley supposoit dans l'atmosphère un seizième de son volume d'air fixe, Kirwan un cinquantième, et que l'abbé Fontana pouvoit à peine y en reconnoître un millième.

d'un tube de verre bien calibré, dont le diamètre intérieur soit au moins de deux lignes et demie à trois lignes et qui ait environ cinq ou six pouces de longueur. Les dimensions de la boule doivent être telles, que sa capacité soit égale à un peu plus que deux fois la capacité du tube, et à moins que trois fois cette même capacité. On en va voir la raison.

Pour établir une graduation sur cet instrument, il faut diviser toute sa capacité en quatre parties égales, la quatrième partie se trouvera renfermée dans la longueur du tube avec une portion de la troisième. Après avoir mesuré la longueur de la portion de tube qui renferme toute une partie, on pourra aisément tracer sur le papier une graduation qui divisera cet espace en vingt-cinq degrés. Chacun de ces degrés sera un vingt-cinquième de la capacité du quart de l'instrument, et, par conséquent un centième de la capacité totale. Si le même est divisé en cent degrés, chacun d'eux représentera un quatre centièmes; enfin si l'on veut que la graduation indique jusqu'à des millièmes, on pourra commencer par diviser toute la capacité de l'instrument en cinq parties égales. Si l'on subdivise ensuite l'un de ces cinquièmes en cent degrés, chacun d'eux représentera un cinq centièmes = 0,002.

La graduation tracée sur du papier sera exactement appliquée sur le verre au moyen d'un peu de gomme arabique; elle doit s'étendre jusqu'au delà de 0,25. Il paroît inutile qu'elle passe 0,30 de la capacité totale. C'est dans ce petit matras gradué qu'il faut trouver le moyen d'enfermer hermétiquement une quantité déterminée d'air avec une parcelle de phosphore, et d'y faire brûler celui-ci, sans qu'aucun atôme d'air puisse s'échapper pendant la combustion, ou y pénétrer après qu'elle est achevée.

Pour cet effet j'ai mastiqué à l'extrémité du col de ce matras une pièce de fer cylindrique, longue d'environ deux pouces et demi, et percée d'outre en outre. Cette pièce est taraudée à l'une de ces ouvertures; le pas de vis qu'on y a imprimé, a au moins un quatrième de ligne de profondeur, et s'étend sur une longueur d'environ trois lignes. Cette ouverture se ferme au moyen d'une vis fort courte, dont la tête est quarrée et garnie d'une ou deux rondelles de cuivre. Tout cet appareil est représenté dans la planche première; *A B* (*fig.* 1) est le petit matras ou eudiomètre auquel est mastiquée la pièce de fer cylindrique et creuse *A C*; *D* est la petite vis à tête quarrée et solide qui sert à fermer le matras, en s'engageant dans l'écrou *A* du cylindre.

Pour serrer fortement cette vis dans son écrou, on peut se servir de la clef *E*, dont les deux branches s'engagent dans deux entailles correspondantes *II*, faites avec la lime dans la partie supérieure du cylindre qui porte l'écrou. On conçoit que si après avoir engagé la vis à l'extrémité du cylindre, on fixe la tête quarrée dans un trou quarré où elle ne puisse point tourner, et qu'ensuite au moyen de la clef *E* on tourne le cylindre de fer et l'instrument qui lui est mastiqué, on serrera la vis dans son écrou, jusqu'à ce que les cuirs intermédiaires ne puissent plus se comprimer; ce qui rendra l'eudiomètre parfaitement clos et comme hermétiquement fermé.

Si avant de le fermer ainsi, on y a introduit une parcelle de phosphore, il suffira, pour opérer la combustion et la séparation de l'air vital, d'approcher la boule du matras d'une bougie allumée. Le phosphore s'enflammera subitement; l'air, d'abord dilaté par la chaleur, tendra à s'échapper; mais bientôt absorbé par le phosphore brûlant, il perdra son élasticité, et cette portion d'air absorbée sera réduite à moins de 0,001 de son volume.

Pour completter cette absorption, il est nécessaire d'approcher trois ou quatre fois la bougie de la boule, afin que la chaleur aide le

phosphore à s'emparer de la petite quantité d'air qui a pu échapper à la première combustion. On sent d'avance qu'il est nécessaire d'employer dans chaque essai une dose surabondante de phosphore.

Pour connaître la quantité d'air vital absorbé dans chaque expérience, il ne manque plus qu'à ouvrir l'eudiomètre, en le tenant plongé par son extrémité dans une liqueur quelconque, qui puissse s'élever dans le col et remplacer l'air qui s'est uni au phosphore. J'ai préféré le mercure à tout autre fluide, et me suis servi, pour cette manipulation, d'un vase cylindrique ou espèce d'étui en bois compacte et bien sain (*fig.* 2), percé jusqu'à une profondeur d'environ cinq pouces d'un trou quarré, dans lequel pouvoit glisser sans frottement sensible la tête quarrée de la vis *D*. Ce trou quarré étant presqu'entièrement rempli de mercure, il faut y plonger l'extrémité de l'eudiomètre ; ou la combustion a déjà été opérée, alors on peut aisément, au moyen de la clef *E*, dévisser le bouchon qui ferme l'instrument. Aussi-tôt que le mercure peut se faire jour dans le tube, il y jaillit et s'élève ensuite lentement. Il faut alors enfoncer l'eudiomètre dans l'étui ou vase à mercure, et avoir soin que la liqueur qui s'est introduite dans le tube, et celle qui l'en-

toure extérieurement, soient de niveau. La graduation indique sur-le-champ la quantité d'air vital absorbé, puisque cette quantité est exactement représentée par le volume du mercure qui est entré dans le matras.

Je ne m'étendrai pas ici sur la manière la plus commode de faire ces épreuves et sur les moyens de rendre cet instrument portatif et facile à manier. Ces détails minutieux, auxquels chacun peut suppléer, pourront un jour être rendus publics, si l'usage de cet instrument me conduit à le perfectionner. (*a*).

(*a*) Depuis que ceci a été publié, j'ai cherché à rendre cet instrument applicable à l'examen de tous les fluides aériformes qui se sont mêlés à une portion d'air vital, et à l'examen de l'air vital lui-même. Le moyen en est bien facile ; il tend à simplifier encore la construction de l'instrument, quoique celui-ci en devienne moins portatif. Le moyen consiste à souffler la boule de l'eudiomètre au bout d'un tube très-court et d'un plus grand calibre, de supprimer par conséquent la graduation, et de reconnoître les quantités d'air vital décomposé, en pesant le mercure introduit dans l'eudiomètre après la combustion et le refroidissement. (*Note de* 1792.)

EXAMEN CHIMIQUE

DES CENDRES BLEUES,

Et Procédé pour les préparer;

Par M. PELLETIER (*a*).

L'on ne connoît point en France la manière de préparer les cendres bleues; elles y ont cependant été préparées autrefois, d'après ce qu'en disent plusieurs auteurs. Ce sont maintenant les Anglois qui nous les fournissent. Je ne puis évaluer leur consommation, mais je sais qu'elle est considérable : les papetiers et les peintres en font un grand emploi. Ces considérations m'ont engagé à en faire l'analyse et à chercher les moyens de les préparer. C'est ce travail que j'offre aujourd'hui au public. Je vais, avant tout, exposer les connoissances que l'on nous a transmises sur leur nature.

Lemery, en parlant de la cendre bleue, dit que c'est une composition bleue, ou pierre broyée, qui nous vient de Pologne.

(*a*) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences.

Pomet nous dit de même que la cendre bleue est une composition que nous tirons d'Angleterre ou de Rouen, où elle est apportée par les Suédois, Hambourgeois et Danois : la plus grande partie, dit encore Pomet, nous vient de Dantzick en Pologne, et il ajoute qu'il n'a pu savoir ce que c'étoit que la cendre bleue, mais qu'on lui avoit assuré que c'étoit une composition, et qu'il s'en faisoit à Rouen.

L'on ne doute point aujourd'hui que les cendres bleues ne soient un produit de l'art; l'on sait aussi, d'une manière cependant assez vague, que ceux qui en Angleterre les préparent, sont des personnes qui affinent les matières d'or et d'argent. L'on connoît encore un bleu natif qui étant broyé donne une couleur bien supérieure aux cendres bleues les plus belles. Ce bleu est la mine de cuivre désignée sous les noms de bleu de montagne, cristaux d'azur et crysocolle bleue. Je parlerai de la nature de ces substances, qui, comme on le verra, différent peu des cendres bleues; mais elles se trouvent en trop petite quantité dans le sein de la terre, et le plus ordinairement mélangées de malachite ou de verd de montagne, pour que l'on puisse songer à les substituer aux cendres bleues.

Les anciens ont eu connoissance du bleu de cuivre natif et du même bleu factice ou cendres

dres bleues : Encelius en parle dans son ouvrage ayant pour titre : *De re metallicâ*, imprimé en 1557.

Telles sont nos connoissances actuelles sur les cendres bleues, auxquelles je joindrai l'opinion de M. de Morveau sur ce qui constitue la différence entre les mines de cuivre appelées verd de montagne et bleu de montagne. Ce chimiste a imprimé un mémoire parmi ceux de l'académie de Dijon, année 1782, dans lequel il considère le bleu de montagne comme une chaux de cuivre retenant plus de phlogistique que le verd de montagne. A cette époque ce célèbre chimiste s'exprimoit ainsi : mais s'il écrivoit aujourd'hui sur le même sujet, il développeroit ses idées d'une autre manière et vraisemblablement comme je vais le faire, d'après la série des expériences que j'ai tentées sur des substances analogues.

Je vais maintenant entrer dans des détails de l'analyse des cendres bleues; j'indiquerai ensuite les procédés d'après lesquels je suis parvenu à les préparer; c'est particulièrement le but de ce mémoire que je terminerai par quelques considérations générales sur les bleu et verd de montagne, ainsi que sur les cendres bleues.

Analyse des cendres bleues.

§. A. Les acides nitrique et marin dissolvent avec effervescence et en totalité les cendres bleues; ils en séparent de l'acide carbonique que l'on peut recueillir.

J'ai aussi traité 600 grains de cendres bleues avec l'acide sulfurique, l'effervescence a été telle, que le mélange seroit sorti du matras, si je n'y eusse pris garde; la dissolution n'étoit pas parfaitement claire; je l'ai évaporée à siccité, et j'ai ensuite traité le résidu avec de l'eau distillée à froid; par ce moyen je suis parvenu à en séparer une substance insoluble blanche, dont la plus grande partie étoit soyeuse: je l'ai reconnue pour de la sélénite ou sulfate de chaux. Son poids étoit de 132 grains; ce qui répond à environ 7 grains de chaux pure par 100 grains de cendres bleues. J'ai ensuite évaporé les liqueurs de ces lavages, elles ont fourni du sulfate de cuivre, dont le poids s'est trouvé de deux onces et demi-gros. Cette quantité répond à près de 300 grains de cuivre pur; ce qui est environ 50 par 100 grains de cendres bleues.

Il y a dans le commerce diverses qualités de cendres bleues, et toutes fournissent avec l'acide sulfurique du sulfate de chaux et du sulfate de cuivre, mais non pas dans les rapports

que je viens d'indiquer. J'en ai trouvé qui m'ont fourni du sulfate de chaux dans des proportions doubles et conséquemment moins de sulfate de cuivre. Ces qualités de cendres bleues contiennent donc jusqu'à 14 parties de chaux pure par quintal; aussi étoient-elles d'une couleur moins foncée.

§. B. L'ammoniaque enlève aux cendres bleues le cuivre qu'elles contiennent, et l'on a pour résidu une petite quantité de carbonate calcaire; mais je n'ai point eu de cette expérience le succès que j'en attendois, parce que le carbonate calcaire se trouve dans les cendres bleues dans une division si parfaite, que l'ammoniaque le tient en suspension, à mesure qu'il attaque le cuivre.

Distillation des cendres bleues.

§. C. J'ai distillé à l'appareil pneumato-chimique 600 grains de cendres bleues : le feu a été poussé par degrés jusqu'à ce qu'il ne passât plus d'air. Après la distillation le résidu s'est trouvé d'une couleur d'un noir rougeâtre un peu cuivreux, du poids de 5 gros 40 grains ou de 400 grains : ainsi les cendres bleues perdent à la distillation 33 liv. $\frac{1}{3}$ au 100 : l'air qu'elles ont fourni occupoit un volume d'environ deux pintes. L'eau l'a absorbé presque en totalité; il

rougissoit la teinture de tournesol, et précipitoit l'eau de chaux, etc.; c'étoit donc de l'acide carbonique. Les cendres bleues ont aussi fourni, dans leur distillation, quelques gouttes d'eau, qui étoient très-sensibles dans le col de la cornue. J'en ai évalué la quantité à environ 3 grains $\frac{1}{7}$ par 100; ce qui réduit la quantité d'acide carbonique à 30 par 100.

Réduction des cendres bleues.

§. D. Afin de procéder à la réduction des cendres bleues, j'ai partagé en deux parties égales le résidu de la distillation précédente; chacune se trouvoit du poids de 200 grains, et répondoit à 300 grains de cendres bleues.

A une de ces portions j'ai ajouté 600 grains de flux noir et demi-gros de charbon du tartre; j'ai mis le tout bien mélangé dans un creuset d'essai, et j'ai recouvert la surface du mélange d'un peu de sel marin en poudre; j'ai procédé ensuite à la fusion avec la précaution que l'on apporte dans ces sortes d'essais. La réduction achevée, j'ai eu au fond du creuset un petit culot de cuivre du poids de 2 gros 3 grains ou de 147; ce qui, par 100 grains de cendres bleues, donne 49 de cuivre pur.

Afin d'avoir un résultat exact, j'ai procédé à la réduction de l'autre portion ou résidu de

la distillation de 600 grains de cendres bleues; les mêmes précautions ont été observées : le petit culot de cuivre obtenu dans ce second essai, pesoit 2 gros 4 grains et demi ou 148 grains et demi; ce qui donne 49 grains et demi de cuivre pur par 100 grains de cendres bleues.

Ainsi, d'après ces deux essais et la perte inévitable dans les réductions, l'on peut évaluer à 50 liv. la quantité de cuivre contenu dans 100 liv. de cendres bleues. Cette quantité d'ailleurs se trouve conforme à celle que j'ai trouvée par la voie humide.

Il me reste à déterminer la quantité d'air pur ou d'oxigène qui se trouve uni au cuivre dans les cendres bleues. J'ai fait voir plus haut que de 100 parties je retirois 30 grains d'acide carbonique, 3 et un tiers d'air, 7 de chaux pure et 50 de cuivre : pour compléter les 100 parties il nous manque 9 $\frac{2}{3}$. Ce déficit nous donne le poids de l'oxigène contenu dans les cendres bleues. L'oxigène s'y trouve donc dans les proportions de 9 $\frac{2}{3}$ au 100.

Afin d'être bien convaincu que les cendres bleues contenoient de l'oxigène, j'en ai distillé une certaine quantité, jusqu'à ce qu'elles ne fournissent plus d'acide carbonique; je leur ai alors ajouté un peu de charbon en poudre, et je les ai soumises à une nouvelle distillation;

le produit qu'elles ont donné étoit de l'acide carbonique, et dans la cornue j'ai eu du cuivre en petits grains mélangés avec le charbon. L'acide carbonique obtenu dans cette deuxième distillation, prouve évidemment que les cendres bleues contiennent de l'oxigène.

Résumé de l'analyse.

Il résulte de cette analyse, que 100 grains de cendres bleues contiennent,

1.°	Acide carbonique, §. C. . .	30 grains.
2.°	Eau, §. C.	$3\frac{1}{3}$
3.°	Chaux pure, §. A.	7
4.°	Oxigène, §. D.	$9\frac{2}{3}$
5.°	Cuivre pur, §. A et D. . .	50
	Total.	100

J'observe que c'est sur des cendres bleues de la première qualité que j'ai opéré, et que celles de qualité inférieure contiennent plus de carbonate de chaux et moins de cuivre.

Synthèse ou recomposition des cendres bleues.

Il ne suffisoit point de savoir de quoi les cendres bleues étoient composées, il falloit encore trouver le moyen d'en faire : c'étoit principalement le but de mes recherches. L'on aura

de la peine à croire les difficultés que j'ai rencontrées : ce n'est certainement pas du premier essai que j'y suis parvenu : j'ai eu à chercher le *modus faciendi*, le tour de main, si je puis m'exprimer ainsi. Et quels sont les produits des arts qui ne demandent point une manipulation particulière ?

J'étois instruit que des cendres bleues étoient préparées en Angleterre par des personnes qui affinent l'or et l'argent. L'on sait que ce genre de travail consiste à allier l'or à l'argent, et à séparer l'argent, à l'aide de l'acide nitrique qui le dissout, sans attaquer l'or. L'on précipite ensuite l'argent à la faveur du cuivre, dont l'affinité avec l'acide nitrique est plus forte. La liqueur qui reste de ce travail est une dissolution de cuivre par l'acide nitrique; c'est cette liqueur qui vraisemblablement leur sert à préparer la cendre bleue.

Je savois encore que l'on prépare à Paris un bleu de cuivre bien inférieur aux cendres bleues, en précipitant le sulfate de cuivre par la potasse, et en faisant tourner ce précipité au bleu par le moyen de la chaux et du sel ammoniac : mais ce précipité verdit un peu à mesure qu'il sèche. M. Berthollet a aussi imprimé, dans un mémoire ayant pour titre : *Observations sur les combinaisons des oxides métalliques avec les*

alcalis et la chaux (*Mémoires de l'académie, année* 1788), que « l'orsque l'on mêle de la chaux « avec un précipité verdâtre de cuivre fait ré- « cemment et une quantité suffisante d'eau, ce « précipité prend avec le temps une couleur « bleue, qui approche beaucoup de la couleur « bleue de la cendre bleue, dont on se sert « dans les arts ».

C'est donc d'après ces diverses données, et d'après l'analyse que j'avois faite des cendres bleues, que j'ai tenté une suite d'expériences qui m'ont enfin conduit au but que je m'étois proposé. Je ne détaillerai pas toutes celles que j'ai tentées sans aucun succès. Il en est cependant plusieurs dont je crois devoir parler, de celles particulièrement dont les résultats peuvent être de quelqu'utilité pour les arts.

Expériences.

1.° J'ai précipité une dissolution de nitrate de cuivre par le carbonate de potasse; j'ai obtenu un précipité verdâtre : ayant ensuite ajouté au précipité un peu de chaux en poudre, ce précipité a pris une couleur bleue, mais par la dessication il a pris une teinte tirant plus sur le verd que sur le bleu (cette expérience est à-peu près celle de M. Berthollet). Si l'on précipite une dissolution de nitrate de cuivre par

de l'alcali parfaitement saturé d'acide carbonique, le précipité est d'un verd plus foncé, et la liqueur contient en dissolution un peu de cuivre : cette dissolution s'opère à la faveur du carbonate de potasse.

2.° J'ai précipité une dissolution de nitrate de cuivre par la soude et la potasse pure ou caustique; les précipités que j'ai obtenus étoient d'une couleur d'un bleu verdâtre très-agréable à l'œil: on pourroit les employer dans la peinture sur papier et autres. En triturant ces précipités avec un peu de chaux vive, on parvient à leur donner une couleur bleue, même assez foncée; mais en séchant ils verdissent un peu. Le résultat de ces dernières expériences étoit, comme l'on voit, une espèce de cendres bleues; mais en les comparant avec celles d'Angleterre, j'y trouvois une grande différence.

3.° J'ai mis dans une dissolution de nitrate de cuivre, un morceau de carbonate de chaux ou craie; au bout de quelques jours il avoit pris une couleur verte très-belle, et il ressembloit à un morceau de malachite.

4.° J'ai précipité par la chaux une dissolution de nitrate de cuivre préparée en faisant dissoudre du cuivre à froid dans de l'acide nitrique; la précipitation a eu lieu avec des phénomènes bien singuliers : tantôt j'avois un pré-

cipité d'un beau bleu, une autre fois le précipité étoit d'un verd assez foncé, et quelquefois enfin le précipité étoit d'un verd pâle, quoique j'employasse et la même chaux et la même dissolution de cuivre. C'est en examinant avec attention ces divers phénomènes, que je suis parvenu à avoir un procédé constant pour faire les cendres bleues; je crois devoir faire connoître les causes de ces résultats dissemblables. Ils sont essentiellement dus aux proportions de chaux et de dissolution de cuivre que je mélangeois. L'on en sera bien plus convaincu d'après le court exposé des expériences que j'ai faites à ce sujet.

A. J'ai mis, dans 1 once 6 gros de dissolution de nitrate de cuivre (qui donnoit 20 degrés à l'aréomètre de M. Baumé pour les sels), 2 gros de chaux. En triturant ce mélange, il a pris une couleur bleue; j'ai séparé le précipité par la filtration. Lorsqu'il a été sec, il étoit d'une couleur bleue tendre : il pesoit 3 gros 41 grains. Dans cette expérience le nitrate de cuivre a été décomposé en totalité.

B. A 2 onces 5 gros de la même dissolution de nitrate de cuivre, j'ai mis 2 gros de chaux : le mélange étoit d'un beau bleu; le précipité lavé et séché étoit d'un bleu plus vif que celui de l'expérience précédente : il pesoit

4 gros 27 grains. La dissolution de nitrate de cuivre a été de même décomposée en totalité.

C. A 3 onces 4 gros de dissolution de nitrate de cuivre, j'ai mis 2 gros de chaux : le mêlange a pris une couleur d'un bleu tirant sur le verd : le précipité étant sec, étoit plus verd que bleu : il pesoit 4 gros 61 grains. La totalité de la dissolution de nitrate de cuivre a été décomposée.

D. A 4 onces 3 gros de dissolution de nitrate de cuivre, j'ai ajouté 2 gros de chaux : le précipité séché étoit d'un verd pâle, et il pesoit 5 gros. Le nitrate de cuivre a été aussi décomposé en totalité.

E. A 5 onces 2 gros de dissolution de nitrate de cuivre, j'ai ajouté 2 gros de chaux : le nitrate a été décomposé en totalité. Le précipité, étant sec, pesoit 5 gros et 16 grains; sa couleur étoit un verd pâle. Le nitrate de cuivre a été encore décomposé en totalité.

F. A 6 onces un gros de la même dissolution cuivreuse, j'ai ajouté 2 gros de chaux en poudre, ayant soin, comme dans les expériences précédentes, de bien triturer le mêlange. La dissolution n'a pas été décomposée en totalité; le précipité étoit d'un verd très-pâle et du poids de 5 gros 16 grains.

L'on voit d'après ces expériences, que lors-

que j'augmentois les proportions de nitrate de cuivre en conservant celle de chaux, alors les précipités passoient du bleu au verd; que lorsque la dissolution cuivreuse étoit mise en excès, ou lorsque la chaux n'étoit pas employée en quantité suffisante pour la décomposer entièrement, alors le précipité étoit d'un verd très-pâle; que lorsqu'au contraire j'employois plus de chaux qu'il n'en falloit pour décomposer la totalité de la dissolution du nitrate de cuivre, alors les précipités étoient d'un bleu plus ou moins foncé. Ces observations m'indiquoient déjà, comme on peut le voir, la marche que j'avois à suivre pour faire les cendres bleues. Je vais maintenant décrire les procédés qui m'ont le mieux réussi.

Préparation des cendres bleues.

Je fais dissoudre à froid du cuivre dans de l'acide nitrique affoibli, afin d'avoir une dissolution cuivreuse pareille à celle que l'on obtient dans les travaux du départ. J'ajoute ensuite à cette liqueur de la chaux en poudre, et j'ai soin d'agiter le mélange, pour faciliter la décomposition du nitrate de cuivre; j'ai soin encore de mettre un petit excès de nitrate de cuivre, afin que toute la chaux soit absorbée, et afin que le précipité qui a lieu (dans l'ins-

tant même du mêlange), soit un pur précipité du cuivre, je laisse déposer le précipité, je décante la liqueur qui le surnage (qui est du nitrate de chaux), je le lave à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'enfin il se trouve bien édulcoré; je mets alors le tout sur un linge, pour que ce précipité puisse s'égouter. C'est avec ce précipité, qui est d'une couleur d'un vert tendre, que je prépare les cendres bleues. Pour cet effet, j'en prends une certaine quantité que je mets sur une pierre à broyer ou bien dans un grand mortier; j'y ajoute ensuite un peu de chaux vive en poudre : ce mêlange prend par la trituration et dans l'instant, une couleur bleue très-vive. Si le précipité étoit trop sec ou même tout-à-fait sec, j'ajoute une très-petite quantité d'eau, afin que le mêlange forme une espèce de pâte un peu liquide et facile à broyer. La quantité de chaux que j'emploie est de sept à dix par cent de précipité; mais j'ai un moyen certain de ne pas en mettre un excès, c'est de faire sécher une très-petite quantité du mêlange soit au soleil ou bien dans un endroit chaud, pendant le tems même que l'on continue à le broyer; et si, par la dessication, il prend une teinte trop claire, alors l'on peut ajouter une petite quantité de précipité de cuivre, en observant que la vivacité du bleu ne s'affoiblisse.

Je fais ensuite sécher le tout; et comme je n'ai employé que peu d'eau, la dessication en est prompte : c'est par ce moyen que j'obtiens des cendres bleues absolument semblables et même supérieures à celles que l'on nous envoie d'Angleterre : traitées de même avec les acides, elles s'y dissolvent en totalité avec effervescence, et elles donnent de l'acide carbonique : l'on ne peut donc méconnoître dans leur formation, ou une production ou une prompte absorption de cet air. J'examinerai ce phénomène dans un autre moment; il me suffit, pour l'instant, de faire remarquer que la lumière n'influe en rien dans la couleur qu'elles prennent, comme plusieurs chimistes étoient assez disposés à le croire : le fait est instantanné, il a lieu à l'obscurité, et il est même si prompt, que l'on ne peut supposer que la lumière vienne y contribuer pour quelque chose.

Dans mes premiers essais je préparois les cendres bleues, soit en triturant un mélange de nitrate de cuivre et de chaux pure, soit encore en précipitant par l'alcali caustique une dissolution de nitrate de cuivre que j'avois passée sur de la chaux, et qui se trouvoit d'après cela contenir du nitrate de chaux. Par ces deux derniers procédés, j'étois parvenu à préparer de la cendre bleue; mais aujourd'hui je donne

la préférence à celui que je viens de décrire, parce qu'outre qu'il donne un résultat plus constant, il ne demande point de grands tâtonnemens, et il est très-économique.

Je suis aussi parvenu à faires des cendres bleues, en faisant tourner au bleu, par l'addition d'un peu de chaux, le précipité obtenu de la décomposition du muriate de cuivre par la chaux. Cette expérience est très-importante dans ce moment où des établissemens de sel de soude (obtenu en décomposant le sel marin) vont mettre dans le commerce une grande quantité d'acide marin à un prix bien inférieur à celui de l'acide nitreux. Je reviendrai sur cet objet, ayant eu occasion de faire diverses observations, en faisant dissoudre dans l'acide marin, soit le cuivre en nature, soit son oxide, ou les écailles de cuivre.

J'ai aussi préparé des précipités bleus en décomposant par la potasse caustique une dissolution de nitrate de cuivre, à laquelle j'ajoutai du nitrate de chaux; mais ces précipités tournent un peu au vert dans leur dessication; ils sont cependant d'une couleur agréable, et on pourrait les employer dans la peinture.

J'ai encore préparé des précipités de cuivre en décomposant, par la potasse caustique, des dissolutions de cuivre faites dans divers acides,

et j'ai cherché à les faire tourner au bleu par le moyen de la chaux. L'on parvient bien par cette addition à leur donner une teinte bleue; mais ils poussent au vert dans la dessication; ce qui n'a pas lieu dans le procédé que j'ai décrit pour les cendres bleues. Je me propose de suivre ces dernières expériences, et d'examiner à quoi peuvent tenir les phénomènes qu'elles m'ont offerts.

L'on jugera maintenant qu'il sera possible d'établir à bon compte les cendres bleues, même en préparant exprès le nitrate de cuivre; et si le privilége exclusif de l'affinage accordé à un seul établissement ne peut long-tems exister d'après le nouveau régime, les particuliers qui auront pour lors la liberté d'affiner les matières d'or et d'argent, trouveront à tirer un parti utile et lucratif de la dissolution du nitrate de cuivre, en l'employant à faire des cendres bleues. Ce procédé leur sera même d'autant plus avantageux, que lorsque l'affinage sera entre plusieurs mains, il ne seroit plus possible alors de songer à traiter la dissolution de nitrate de cuivre par le procédé que l'on suit aujourd'hui à l'affinage de Paris, lequel consiste à la distiller pour en obtenir le cuivre et l'acide nitreux en partie, ce qui exige des frais que des établissemens particuliers ne pourroient supporter.

Il

des cristaux d'azur. J'ai quelquefois rencontré dans l'analyse que j'ai faite du bleu de montagne, un peu de chaux; mais les cristaux d'azur bien choisis, ne m'en ont point fourni. J'ai trouvé que ces derniers contenaient au 100e, savoir.

Cuivre pur.	66 à 70
Acide carbonique. . . .	18 à 20
Eau, environ.	2
Oxigène.	8 à 10

Il résulte de cette dernière observation que l'on ne doit point attribuer la couleur bleue des cristaux d'azur, des cendres bleues et du bleu de montagne à une combinaison particulière de l'oxide de cuivre, de la chaux et de l'acide carbonique, mais plutôt à un certain degré d'oxidation du cuivre. Ainsi, lorsque la chaux fait tourner au bleu le précipité obtenu du nitrate de cuivre par la chaux, c'est en agissant sur lui d'une manière quelconque. Je serois assez disposé à croire que dans cette circonstance la chaux vient désoxigéner l'oxide de cuivre. Cette opinion me paroît d'autant plus vraisemblable, que lorsque j'ai voulu traiter avec l'oxide d'arsenic (le même précipité qui avec la chaux me donnoit une couleur bleue), alors le précipité prenoit une couleur verte. Il

seroit trop long d'entrer dans des détails d'expériences analogues, j'y reviendrai dans un autre moment. J'observerai pour l'instant que lorsque le précipité de cuivre est suroxigéné et uni à l'acide carbonique, alors la chaux n'attaque nullement sa couleur. Ainsi la malachite ne passe pas au bleu en la traitant avec la chaux, etc.

Conclusion.

Je conclurai donc que c'est en traitant avec la chaux le précipité obtenu de la composition du nitrate de cuivre par la chaux, que l'on parvient à faire les cendres bleues. Je conclurai encore que la lumière ne contribue en rien dans leur couleur bleue; et comme après leur dessication elles se trouvent saturées d'acide carbonique, je les regarde comme un composé de carbonate de chaux et de carbonate de cuivre, à la différence des cristaux d'azur, qui ne sont que du carbonate de cuivre pur, et à la différence de la malachite, que l'on peut considérer comme un carbonate oxigéné de cuivre.

EXTRAIT
D'UNE LETTRE,
Traduit de l'Allemand de M. GREN,
A M. VAN-MONS,
Sur la décomposition réciproque de plusieurs substances au degré de froid de l'eau glacée, etc.

Halle, en Saxe, le 25 février 1792.

M. BERTHOLLET cherche (*Annales de Chimie françoises, tome XI*) à réfuter mon assertion de la non-existence de l'*oxigène* dans la chaux de mercure rouge, sans m'avoir seulement compris. Il m'oppose des expériences faites avec la chaux de mercure *par l'acide nitreux*, tandis que je n'ai jamais nié la présence de la base de l'air déphlogistiqué que dans la chaux de ce métal *par le feu*. Ce dernier seul ne fournit d'air vital dans sa réduction, qu'autant qu'il a pu attirer l'humidité des corps ou de l'atmosphère (*a*).

(*a*) Dans la théorie de M. Gren, la combinaison intime de la matière de la chaleur avec l'eau constitue le gaz oxigène.

Permettez-moi de vous demander, mon très-cher ami, si dans les expériences que vous rapportez contre moi (*a*), vous vous êtes servi du précipité rouge du commerce, ou d'une chaux de mercure que vous avez préparée vous-même par le feu et sans addition d'acide nitreux.

Je m'occupe en ce moment de recherches sur l'affinité appelée réciproque, que je n'admettois pas autrefois, mais dont j'ai aujourd'hui la preuve de l'existence. C'est ainsi, par exemple, que le gypse et le sel marin se décomposent à une température inférieure à zéro, et point à une température supérieure à ce terme : de même le gypse et la magnésie muriatique, le sel marin et la chaux aérée, le gypse et la magnésie aérée, se décomposent tous au degré de la glace et avec le tems, et point à un degré plus élevé. On sait depuis long-temps que l'alun et le sel marin se décomposent de la même manière. J'avoue que je suis encore loin de con-

---

(*a*) J'avois envoyé vers le milieu de l'année dernière au Journal de Physique françois le détail de mes expériences sur l'oxide de mercure par le feu, qui avoient eu un succès différent de celles de M. Gren, et j'en avois informé le savant professeur de Halle. M. Delamétherie m'a depuis écrit que mon mémoire, qui renfermoit encore plusieurs autres faits, avoit été égaré à l'imprimerie.

noître toutes les circonstances qui accompagnent ce phénomène.

Comment expliquez-vous la disparition de l'acide phosphorique par la putréfaction des substances animales et sur-tout de la terre des os?

EXTRAIT
DE LA RÉPONSE
DE M. VAN-MONS,
A M. GREN.

MALGRÉ, mon honorable ami, que M. Berthollet, sans doute par le peu d'occasions qu'on trouve en France de pouvoir consulter par soi-même les ouvrages de votre pays, semble avoir ignoré que vous admettiez la base du gaz oxigène, selon vous, l'*eau*, dans l'oxide de mercure *par l'acide nitrique*, entre cet oxide et celui *par le feu*, il n'y a point de différence de cas. Je vous répète ce que d'ai déjà eu l'honneur de vous dire, que tous les oxides préparés avec soin et par l'oxidation spontanée, que j'ai eu occasion de réduire avant qu'ils fussent venus en contact avec la moindre humidité, m'ont constamment fourni du gaz oxigène dans la même proportion que des oxides qui pen-

dant plusieurs mois n'avoient été défendus qu'avec négligence de l'accès de l'humidité et de l'air. De plus, dans le tems que je répétois, avant de renoncer à l'hypothèse du phlogistique, les faits capitaux sur lesquels repose la nouvelle doctrine, l'impatience de poursuivre mes expériences m'a plus d'une fois mis dans le cas de désoxider déjà le mercure avant qu'il eût encore eu le tems de se saturer d'oxigène, et sans le retirer seulement du feu; et dans cette opération que j'ai encore faite deux fois depuis que j'ai adressé mon mémoire à M. Delaméthe-rie, je n'ai également jamais manqué d'en tirer du gaz oxigène. Je vous engage donc à vouloir répéter votre expérience avec cette exactitude et cette attention dont vous scellez tous vos travaux, et j'ose croire que vous ne différerez plus de nous en sentiment. Le liquide que vous avez obtenu pendant la réduction de votre oxide, et dont j'aurois désiré que vous eussiez examiné la nature, prête matière à présumer que de l'hydrogène aura rencontré l'oxigène du métal au moment de son dégagement, et aura formé de l'eau; ce qui aura été la cause de la diparition du gaz oxigène que vous n'avez pas obtenu.

Je ne crois pas que la destruction de l'acide phosphorique par la fermentation des substan-

ces animales, dont il fait partie, dans les cas où elle a lieu, puisse être rapportée à d'autre cause qu'à celle que vous lui assignez dans le §. 1872 de votre *Chimie*. Le carbone de ces substances décompose l'acide phosphorique et l'eau en même-tems que le gaz oxigène de l'atmosphère, pour compléter la putréfaction avec l'oxigène qu'il leur enlève; l'hydrogène de l'eau rendu libre se porte sur le phosphore également dégagé de sa combinaison avec l'oxigène, et forme du gaz hydrogène phosphoré qui se dissipe dans l'atmosphère, où il n'est pas long-tems à être décomposé à son tour.

Les observations intéressantes sur la décomposition réciproque de plusieurs substances au degré de froid de l'eau glacée, que vous avez la bonté de me communiquer, ouvrent une nouvelle carrière aux recherches des chimistes, et méritent toute leur attention.

EXTRAIT,

Traduit du Hollandois,

D'UNE LETTRE

DE M. KASTELEYN,

A J. B. VAN-MONS,

Sur la propriété qu'a l'alcool de dissoudre une plus grande quantité d'huiles volatiles à chaud qu'à froid, etc.

Amsterdam, 16 mars 1792.

JE m'empresse de vous communiquer une observation que je crois de quelqu'importance.

On sait que la dissolubilité des corps est considérablement augmentée par la chaleur; l'attraction de combinaison se fait en raison inverse de l'attraction d'adhérence. Ce principe est généralement reconnu.

On avoit depuis long-tems observé que l'alcool se chargeoit d'une plus grande quantité de camphre dans une température plus élevée. L'expérience m'a fait voir que la même chose avoit lieu avec les huiles volatiles.

Au mois de février de cette année je soumis à la distillation avec de l'eau-de-vie les écorces

extérieures de 2400 citrons, dans la vue d'en tirer l'*esprit*. Quand à peine 80 onces étoient passées, qui ne pouvoient être encore que de l'alcool très-pur, je vis monter à la surface de la liqueur, sous forme de grosses gouttes, environ 6 gros d'huile de citron d'une couleur légèrement jaune. Je continuai mon opération, les gouttes d'huile disparurent, et je finis par obtenir 800 onces d'esprit de citron fortement chargé.

Quelques jours après, une légère gelée étant survenue, je vis mon esprit perdre sa transparence, prendre une apparence laiteuse par une augmentation de froid, et lâcher une partie de son huile au dixième degré de Réaumur. Le décroissement de froid fit repasser la liqueur par les mêmes changemens d'état en sens inverse, et le dégel lui rendit sa première transparence. Le froid de mars me donna occasion de voir une seconde fois le même phénomène.

Ce fait confirme la grande influence de la température sur la dissolubilité des corps. Ce qui arrive ici à l'esprit de citron arrive à toutes les teintures spiritueuses, qui, quelque claires qu'elles soient au moment de leur préparation, se troublent toujours pendant l'hiver, et déposent une partie des substances qu'elles tiennent en dissolution. L'esprit se charge, à l'aide de la chaleur, d'une portion surabondante de matière

dissoluble qu'il est ensuite obligé de lâcher par le décroissement de la température. Les dépôts que forment quelques-unes de ces préparations pendant l'été, ne tiennent pas à d'autre cause (*a*). Les teintures laissent précipiter l'excès des substances qu'elles ont prises en dissolution à la faveur de la chaleur qu'on leur a appliquée pendant la digestion (*b*).

Le procédé dépurant de M. Kels consiste à mêler de la poudre de charbon de bois avec la substance qu'on veut purifier. Au bout de quelques minutes les odeurs et les goûts désagréables, ainsi que les couleurs, disparoissent, et il ne reste plus qu'à filtrer le mélange pour l'obtenir pur. J'ai eu occasion de parler à M. Kels en personne; il m'a déclaré qu'il ne prenoit aucune part aux conséquences que M. Vestrumb avoit tirées de sa découverte contre la nouvelle théorie.

M. Van-Genns, médecin de cette ville, a

(*a*) Ces dépôts reconnoissent aussi pour cause, outre l'évaporation, la décomposition du dissolvant et la propriété d'une moins grande dissolubilité qu'acquièrent les matières dissoutes par leur mélange avec un des principes du corps décomposé. (*Note de J. B. Van-Mons.*)

(*b*) La préparation à froid d'un grand nombre de teintures à l'usage de la médecine, qui a d'ailleurs tant d'avantages sur celle à chaud, devient encore plus recommandable par cette observation. (*Note du même.*)

publié qu'il est parvenu, par la distillation sur la poudre de charbon, à délivrer l'eau-de-vie de grain de l'odeur fétide qu'elle avoit contractée en séjournant sur des préparations anatomiques; et par une infusion de deux à trois jours sur la même poudre, à ôter au vinaigre distillé son odeur et son goût empyreumatiques (*a*).

Enfin, mon ami, je reconnois la supériorité de la doctrine chimique françoise sur le système allemand. Le peu de suppositions qu'on déduit encore dans cette doctrine, des conséquences d'analogie, ne peuvent tarder à être placées au rang des *vérités* par l'expérience et l'observation. C'est avec d'autant plus de plaisir que je sens que la conviction me permet de vous faire cet aveu, que je n'ai jamais admis le *phlogistique* dans le sens que Stahl y avoit attaché. Tous mes ouvrages de chimie ont été écrits dans ce doute sur le principe des anciens, comme M. Delamétherie n'a pas manqué de le remarquer, lorsqu'il a eu la bonté d'annoncer ma *Chimie théorique et pratique* dans son Journal de Physique (*b*). Je donnerai, conjointement

---

(*a*) M. Kasteleyn ni moi n'avons pas obtenu le même succès du procédé de M. Kels. (*Note du même.*)

(*b*) Le rédacteur du journal hollandois qui a pour titre *Bibliothèque nationale*, n'a pas si bien compris l'ou-

avec le quatrième volume de ma *Chimie*, un supplément à cet ouvrage; dans lequel je présenterai la doctrine de M. Lavoisier en même-tems que je réfuterai les principes théoriques que j'y ai posés.

OBSERVATIONS

Sur l'usage des Prussiates d'alcali et de chaux en teinture;

Par C. L. BERTHOLLET.

LA beauté et la solidité de la couleur du bleu de Prusse ou prussiate de fer ont fait chercher depuis long-tems les moyens d'en porter l'application dans l'art des teintures.

---

vrage de M. Kasteleyn écrit en langue batave, puisqu'il a avancé que l'auteur avoit embrassé constamment le systême de Stahl dans tous ses écrits.

Je viens de voir M. Kasteleyn à Amsterdam; il m'a dit qu'il travailloit en ce moment à une traduction hollandoise de la *nouvelle Nomenclature chimique pour la langue allemande*, *de M. Girtanner*, et qu'il se proposoit de transporter également en sa langue les *Principes de la Chimie antiphlogistique* du même auteur, aussi-tôt que cet ouvrage verroit le jour. (*Note du même.*)

Menon avoit proposé de teindre d'abord le lin et le coton en noir, de les laisser ensuite tremper quelque tems dans une dissolution de prussiate d'alcali, et de les faire bouillir après cela dans une dissolution d'alun : ils prennent, selon lui, un bleu foncé. Si l'on veut avoir un bleu plus clair, il faut passer le lin et le coton dans un acide affoibli.

Je me contenterai d'observer sur ce procédé, que si on le répète avec un prussiate d'alcali qui ne tienne pas de l'alcali en excès, l'on voit que le prussiate n'a par lui-même aucune action sur le noir du fil de coton.

Le célèbre Macquer commença ses travaux importans sur le bleu de Prusse par des expériences de teintures, et il proposa deux méthodes : la première consiste à tremper l'étoffe dans une dissolution d'alun et de sulfate de fer, ensuite dans une dissolution de prussiate d'alcali, et enfin dans une dissolution très-étendue d'acide sulfurique, ou à commencer par l'immersion dans le prussiate d'alcali, ensuite dans la dissolution d'alun et de sulfate de fer. Dans la seconde Méthode on fait bouillir l'étoffe dans une dissolution d'alun et de tartre, on la passe ensuite pendant quelque tems dans une eau dans laquelle on a délayé du bleu de Prusse réduit en poudre subtile.

Ceux qui ont éprouvé ces procédés n'ont pu obtenir qu'une couleur foible et sur-tout très-inégale, quoique belle, et il paroît qu'on y a renoncé.

Une autre méthode s'est établie dans quelques ateliers pour le velours de coton; elle a été décrite par M. Roland dans l'Art du Fabricant de velours de coton. Cette méthode a beaucoup de rapport avec le second procédé de Macquer; mais, au lieu de mêler le bleu de Prusse à l'eau simple, on le délaie dans l'acide muriatique qui, sans doute, le tient mieux en suspension, quoiqu'il ne le dissolve pas. Ce n'est qu'avec beaucoup de soin que l'on parvient à donner une teinte égale par ce procédé, par lequel on obtient une belle couleur qui est très-solide à l'air, mais que le frottement détache facilement.

M. Blagden a fait une application heureuse de la propriété que possède le prussiate d'alcali de former du bleu de Prusse avec les dissolutions de fer; il s'en est servi pour rétablir les écritures effacées par la vétusté. Il humecte ces écritures de prussiate d'alcali, et il les touche légèrement avec un acide affoibli; aussi-tôt les lettres effacées prennent une couleur bleue foncée.

Ce procédé est à peu près le même que le

premier de Macquer, et cependant il ne réussit pas en teinture. Le succès ne dépend que d'une très-petite circonstance qui conduit à plusieurs résultats.

En réfléchissant sur les procédés employés jusqu'à présent, je remarquai que ce qui les empêchoit de réussir, c'étoit que les parties colorantes ne se fixoient pas par une combinaison chimique avec l'étoffe, et qu'elles ne contractoient, au moins la plupart, qu'une adhérence mécanique, de manière qu'elles se distribuoient inégalement selon différentes circonstances, et qu'un léger frottement ou le lavage dans l'eau pouvoit les détacher, en augmentant l'inégalité de la couleur : je pensai qu'il faudroit commencer par combiner d'une manière très-égale de l'oxide de fer avec l'étoffe, et ensuite tremper cette combinaison dans une dissolution de prussiate d'alcali mêlée avec un acide.

Les acides ne peuvent décomposer le prussiate d'alcali, à moins que le mélange ne soit exposé à la lumière du soleil, ou qu'il n'éprouve une chaleur considérable.

Mais en mêlant un acide puissant, tel que l'acide sulfurique ou l'acide muriatique avec la dissolution de prussiate de potasse, l'acide prussique pouvoit être déterminé à se combiner

avec l'oxide de fer qui se trouvoit uni à l'étoffe, et former du bleu; et si dans cette nouvelle combinaison il se trouvoit du jaune, elle devoit prendre une couleur verte, ou former d'autres nuances avec la combinaison d'autres couleurs. Telle étoit la théorie que je m'étois formée; et que l'expérience a confirmée : je n'y reviendrai plus, et je vais décrire les faits auxquelles elle m'a conduit.

Les toiles de coton teintes après l'impression, ou disposées à être teintes, me parurent propres à éclairer cette théorie. Je priai donc M. Vidmer de faire des expériences à Jouy, où il avoit toutes les commodités nécessaires : je passai moi-même à Jouy quelque tems après.

Ce qui avoit sur-tout fixé l'attention de M. Vidmer, c'étoit le verd que prenoient les échantillons olives, teints par le moyen de la dissolution de fer et de la gaude. Ce verd surpassoit en beauté tous ceux que l'on peut obtenir sur le coton par les moyens connus.

Nous éprouvâmes si les toiles imprégnées du mordant de fer dont on se sert pour l'impression des toiles, avec tout le soin que l'on peut prendre pour rendre la dissolution du mordant égale, pouvoient être teintes en bleu; nous obtînmes par-là de beaux bleus, mais avec une telle inégalité, que nous fûmes convaincus que

ce

ce moyen ne pouvoit être employé, et la liqueur se chargeoit de beaucoup de bleu de Prusse qui se précipitoit.

Ces inégalités proviennent de ce qu'une partie de fer produisant à-peu-près six parties de bleu de Prusse, les plus petites différences dans la distribution du fer deviennent très-sensibles.

Nous essayâmes si en passant à la bouse de vache les échantillons qui avoient été imprimés avec le mordant de fer, on ne les dépouilleroit pas des parties du mordant qui se trouvoient, pour ainsi dire, sur-ajoutées, et si on ne parviendroit pas par-là à l'égalité de couleur qu'il falloit chercher; mais ce moyen fut insuffisant: nous conclûmes de-là qu'on ne parviendroit à une couleur égale, qu'en commençant par teindre l'étoffe en gris ou en brun, parce que les parties astringentes du bain de teinture devoient dissoudre les molécules de fer qui n'étoient pas intimement combinées avec l'étoffe.

Dans le cours de ces épreuves nous remarquâmes que les parties noires des toiles prenoient un noir plus foncé.

Ces observations faites avec M. Vidmer me guidèrent dans les expériences que je suivis ensuite.

Je m'assurai d'abord que le prussiate de chaux réussissoit aussi bien que celui d'alcali. Cette pré-

paration que M. Fourcroy a décrite en 1781, est aisée, et elle a l'avantage d'exiger moins de précautions pour les proportions, que le prussiate d'alcali; mais celui-ci auroit l'avantage d'être à meilleur marché, parce qu'après avoir calciné l'alcali avec les substances animales, on n'auroit plus besoin que de saturer, par le moyen du bleu de Prusse, la partie de l'alcali qui seroit restée non combinée.

Le procédé que j'ai suivi consiste à étendre de trois ou quatre parties d'eau le prussiate de chaux, ou à étendre de beaucoup d'eau une petite quantité de prussiate d'alcali, à y mêler très-peu d'acide sulfurique, à tenir la liqueur à une chaleur de 20 à 30 degrés, et à y plonger l'étoffe pendant quelques minutes, en suivant les manipulations ordinaires de la teinture, pour qu'elle s'imprègne également de liqueur. Il est bon de commencer par la tremper avec soin dans l'eau chaude, et au sortir de la liqueur on la passe dans l'eau froide. L'acide sulfurique à mieux réussi que l'acide muriatique (1).

---

(1) Dans un ouvrage publié récemment à Vienne, M. Wenterel prescrit de passer l'étoffe qu'on veut teindre en bleu, dans une dissolution de sulfate de fer, de la sécher, de la passer dans l'eau, de la sécher encore, puis de la passer dans une dissolution de prussiate d'alcali, à laquelle

Les étoffes de coton ou de soie qui avoient une couleur grise ou brune produite seulement par un astringent et le fer, ont pris une couleur bleue proportionnée à la couleur précédente. Celles qui avoient été teintes en olive par le moyen d'une substance jaune et du fer, ont acquis une belle couleur verte aussi proportionnée à la couleur primitive.

Le bleu a, dans les nuances claires et surtout sur la soie, une tendance au vert; ce qui dépend de l'astringent qui se trouve combiné avec le prussiate de fer. J'ai fait peu d'épreuve sur les étoffes de laine.

Par les moyens qui sont employés en teinture, l'on ne peut obtenir un beau noir sur le coton, sans avoir donné un peu de bleu : celui que l'on fait est plutôt un brun foncé qu'un véritable noir, et cette nuance s'altère promptement et devient rougeâtre. J'ai prouvé que

---

on a donné, par l'acide muriatique, l'acidité du suc du citron. Pour teindre en verd, il prescrit de commencer par teindre en jaune, si la substance jaune est dissoluble par les alcalis; mais si elle est dissoluble par les acides, il veut qu'on commence par teindre en bleu par le procédé précédent, puis en jaune. « Die kunst blut lauge » und mehrere zur blau farbe dientiche materialien im » grossen zu bereiten, etc. Von Jacob Joseph Wenterel; » Vien, 1790 ».

par le mélange de prussiate de chaux et d'acide, une étoffe noire ordinaire prenoit un beau noir. et qu'une étoffe semblable, dont le noir imparfait étoit déjà fort altéré, reprenoit une belle couleur noire. Les étoffes de soie noire dont la couleur étoit passée, et qui étoient devenues rougeâtres (parce que, selon la théorie que j'ai exposée dans mes Elémens de l'Art de la Teinture, l'astringent s'est décomposé par une espèce de combustion), ont repris dans l'instant un noir probablement plus beau que celui qu'elles avoient eu primitivement. Il ne faut qu'une petite quantité de prussiate et d'acide pour produire cet effet.

Dans cette opération l'oxide de fer qui est surabondant à la combinaison de l'astringent, et qui donne une teinte rougeâtre à l'étoffe, forme une légère couche de bleu qui concourt probablement à la beauté du noir comme le bleu qui sert de pied au beau noir des étoffes de laine.

Ainsi, par le moyen que je viens de décrire, l'on peut non-seulement obtenir de beaux bleus et sur-tout de beaux verds, mais l'on peut modifier de diverses manières les couleurs que l'on a d'abord données aux étoffes, pourvu qu'il y ait eu du fer employé dans leur teinture.

L'on peut redonner aux étoffes dont les couleurs sont fanées, et qui sont mises au rebut,

d'autres couleurs vives et solides, et leur rendre la fraîcheur des étoffes neuves : il suffit qu'elles aient conservé le fer qui a concouru à la teinture qu'elles avoient reçue.

Les noirs qui ne présentent plus qu'une teinte brune et rougeâtre, reprennent leur première beauté.

Les cotons et fils peuvent prendre un noir égal à celui de la soie et de la laine.

Il faut éviter d'employer trop d'acide, surtout pour la soie qui en perdroit sa douceur; il ne faut même l'ajouter que par parties, pour qu'il puisse se combiner successivement avec l'alcali, et qu'il n'y en ait jamais qu'une très-petite quantité de libre dans la liqueur. L'opération ne doit durer que quelques minutes : si on l'a plongeoit trop, ou si l'on se servoit d'une liqueur trop forte ou trop échauffée pour les étoffes noires de coton, on les changeroit en bleu : mais je n'insiste pas sur les précautions qu'un peu d'expérience rendra familières.

Un inconvénient pour les couleurs que l'on donne au coton, c'est que, quoiqu'elles soient très-solides à l'air, elles ne résistent point à l'action des alcalis et du savon, parce que les alcalis reprennent la plus grande partie de l'acide prussique : il faut donc se contenter de laver ces étoffes à l'eau de son, méthode d'ailleurs

par laquelle on ménageroit toutes les couleurs que l'on donne au coton.

Ce que je viens d'exposer n'est qu'une application simple et facile des connoissances les plus familières aux chimistes. Toutefois je m'en applaudirai, si mes expériences peuvent être utiles à l'industrie, et si elles peuvent concourir à resserrer les liens qui doivent unir les sciences et les arts.

EXPÉRIENCES

Sur la dissolubilité du Sel marin dans les dissolutions de différens sels neutres, et sur les phénomènes qui en résultent;

Par M. VAUQUELIN.

---

§. I.

Réflexions générales sur le peu de connoissances exactes des propriétés des sels neutres.

Ce sont les travaux que l'académie a été chargée de faire en 1790 sur les salpêtres, qui m'ont conduit aux recherches et aux résultats que je présente aujourd'hui à l'académie.

Quoique les substances salines aient depuis long-tems attiré l'attention des hommes, et que par conséquent cette classe de matières soit mieux connue qu'aucune autre, à cause des propriétés utiles qu'elle a offertes à la société, cependant en réfléchissant on s'apperçoit bientôt qu'il reste beaucoup de choses à savoir sur cet objet. Un grand nombre de sels ne sont encore connus que de nom, parce que la disette des principes qui entrent dans leur composition, a empêché de les préparer. D'autres ne sont encoe connus que dans quelques-unes de leurs propriétés seulement, parce qu'ils ont paru ne pas mériter d'être examinés en détail, soit à cause de leur petite quantité dans la nature, soit parce qu'ils ne servent à rien, ou plutôt parce que les hommes n'ont pas encore su en faire des applications utiles. Enfin il est plusieurs sels qui semblent être complettement connus, et sur lesquels il paroît au premier coup-d'œil n'y avoir plus rien à trouver : mais il est aisé de prouver que le sel le mieux connu, le plus abondant, et dont les hommes par conséquent ont eu de plus fréquentes occasions d'examiner les propriétes, n'est pas parfaitement connu dans toutes les combinaisons qu'il peut offrir.

On est loin de connoître, par exemple, tous les phénomènes de la dissolution des sels dans

l'eau, nous ne dirons pas à tous les degrés de l'échelle de Réaumur; mais même à celui où on a commencé à déterminer cette dissolubilité, c'est-à-dire, à 10 + 0.

La quantité du calorique absorbée ou dégagée pendant la dissolution des sels dans l'eau, est presqu'entièrement inconnue, même dans sa généralité.

Si toutes ces choses simples en elles-mêmes sont encore en partie ignorées des chimistes, celles qui sont relatives à la dissolution ou à la fusion d'un sel dans les dissolutions d'autres sels, doivent être encore beaucoup moins avancées.

Cependant on trouve à cet égard quelques expériences de Lémery le fils dans les mémoires de l'académie des sciences, qui démontrent qu'une dissolution saturée de sel de nitre peut encore dissoudre du sel marin, et ensuite redissoudre du nitre; ce qu'elle n'auroit pu faire auparavant. Il a tiré de ses expériences la conclusion générale, que toute dissolution de sel qui a dissout du sel marin peut encore dissoudre une portion du sel dont elle étoit auparavant saturée. Nous ferons connoître que cette loi n'est pas générale, et que beaucoup de dissolutions salines laissent au contraire précipiter de leur sel, après avoir dissous du sel marin.

Les chimistes ont annoncé que toutes les fois qu'un sel se dissout dans l'eau, il y a du calorique absorbé. En prenant cet exposé à la rigueur, il est presqu'entièrement faux; car ces substances pures, c'est-à-dire, privées de leur eau de cristalisation, dégagent du calorique, au lieu d'en absorber : il est donc nécessaire de spécifier l'état des sels lorsqu'on les dissout, car sans cela il est impossible que les savans puissent s'entendre dans leurs recherches, et faire avancer la science d'un commun accord.

§. II.

Exposé des phénomènes qui ont lieu pendant la dissolution du muriate de soude dans les dissolutions des sulfates alcalins et terreux.

Expérience I. (température $6\frac{3}{4} + 0$.

On a mis dans 4 onces d'eau distillée 1 once de muriate de soude en poudre; la température est descendue à $5 + 0$; ce qui fait $1\frac{3}{4}$ d'abaissement, Il est resté 34 grains de sel marin qui n'a pas été dissous (1).

(1) Le muriate de soude dont on s'est servi dans toutes les expériences suivantes, étoit dans le même état de division.

Expérience II. (même température.)

Une once de muriate de soude a été mêlée à 4 onces de dissolution de sulfate de chaux saturée et donnant un degré à l'aréomètre de M. Baumé pour les sels. Le thermomètre est descendu à 5 + o, comme dans l'expérience I. Il nous a paru cependant y avoir quelques fractions de moins que dans cette expérience.

Expérience III. (même température.)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de sulfate de soude saturée; la température s'est élevée à 9 degrés. Aussi-tôt il s'est déposé une grande quantité de cristaux de sulfate de soude, dans lequel il restoit un peu de sel marin non dissous. Ce sel précipité pesoit 2 gros 42 grains : la densité de la dissolution du sulfate de soude, dont on s'est servi dans cette expérience, s'est beaucoup élevée par la dissolution du sel marin.

Expérience IV. (température 7 + o.)

Une once de sel marin avec 4 onces de dissolution saturée de sulfate de potasse, a produit dans l'instant un demi-degré d'abaissement dans la température du mélange; mais bientôt elle s'est relevée à 7 ½, et il s'est alors précipité quel-

ques cristaux de sulfate de potasse, dont le poids étoit de 44 grains : il restoit un peu de sel marin non dissous.

Expérience V. (même température.)

Une once de muriáte de soude avec 4 onces de dissolution saturée de sulfate d'ammoniaque, pesant 28 degrés à l'aréomètre de M. Baumé, ont fait monter la température à 15 degrés, et alors il s'est déposé de la dissolution une grande quantité de sulfate d'ammoniaque : il y en avoit 1 once 5 gros, après avoir été égoutté sur du papier et séché ; ensuite il y a une décomposition : il se forme et il se précipite dans cette circonstance un sel triple que nous examinerons dans un autre tems.

Expérience VI. (même température.)

Une once de muriate de soude mêlée avec quatre onces de dissolution saturée de sulfate acide d'alumine, donnant 7 degrés à l'aréomètre de M. Baumé, a fait descendre la température à $5 \frac{1}{2} + 0$. Il ne s'est point déposé de sulfate d'alumine, et il n'est resté que 20 grains de sel marin.

Expérience VII. (même température.)

On a mêlé une once de sel marin avec 4

onces de dissolution saturée de sulfate de magnésie; la température s'est élevée de 3 degrés, il s'est dissous 7 gros 32 grains de sel marin, et il s'est précipité 5 gros 36 grains de sulfate de magnésie.

§. III.

Exposé des phénomènes qui ont lieu pendant la dissolutisn du sel marin dans les dissolutions des nitrates alcalins et terreux.

Expérience I. (température 8 $\frac{1}{2}$ + o.)

On a mêlé une once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution saturée de nitre donnant 15 degrés à l'aréomètre de M. Baumé; la température du mélange n'a point changé, la dissolution n'a point déposé de nitrate de potasse, quoiqu'il se soit dissous 7 gros $\frac{1}{2}$ de muriate de soude.

Expérience II. (température *idem.*)

Une once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de nitrate de soude donnant 14 degrés, ont fait élever le mercure dans le thermomètre à 13 + o. et il s'est déposé 1 once 1 gros de nitrate de soude : la dissolution pesoit alors à l'aréométre 29 degrés.

Expérience III. (températsure $7\frac{1}{2}+0.$)

On a mis dans 4 onces de dissolution de nitrate de baryte saturée, 1 once de sel marin, la température est descendue à $6+0$; il ne s'est point précipité de sel de baryte, et il est resté 43 grains de muriate de soude qui ne se sont pas dissous. Comme il n'y a pas eu de muriate de baryte séparé par le muriate de soude, la liqueur du mêlange a beaucoup augmenté de pesanteur spécifique dans cette expérience, en dissolvant du sel marin.

Expérience IV. (température $8+0.$)

Une once de sel marin a été mise avec 4 onces de dissolution de nitrate de chaux; dans cette expérience la température n'a pas changé; il n'y a point eu de précipitation ni de dissolution, les matières sont restées en équilibre.

Expérience V. (température $9+0.$)

On a mêlé 1 once de sel marin avec quatre onces de dissolution saturée de nitrate de magnésie qui donnoit 34 degrés à l'aréomètre, il s'est produit environ un degré $\frac{1}{4}$ de chaleur, et il s'est déposé quelques portions de nitrate de magnésie : cela est remarquable, car le nitrate de magnésie est beaucoup plus dissoluble que le sel marin.

§. VI.

Enoncé des phénomènes qui ont lieu pendant la combinaison du muriate de soude avec les dissolutions des autres muriates.

Expérience I. (température à 13 + o.)

On a mis 1 once de sel marin en poudre dans une dissolution de muriate de potasse saturée ; le thermomètre est montée en un instant à 18 + o, et il s'est précipité beaucoup de muriate de potasse : la totalité du muriate de soude ne s'est pas combinée à la dissolution.

Expérience II. (même température.)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de muriate d'ammoniaque ; la température s'est aussitôt élevée à 17 + o, et tout le muriate d'ammoniaque s'est précipité ; le sel marin s'est dissous, le développement du calorique dans ces deux expériences étoit bien sensible à la main de l'observateur. Le thermomètre n'a servi qu'à établir plus exactement le rapport qu'il y a entre la quantité de calorique nécessaire à la dissolution du muriate de potasse, du muriate d'ammoniaque, et du muriate de soude.

Expérience III. (même température.)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de muriate de baryte saturée ; la température s'est élevée sur-le-champ à 16 —|— 0 ; la liqueur est devenue laiteuse par la précipitation du muriate de baryte en cristaux extrêmement fins : la plus grande partie du sel marin s'est dissoute.

Expérience IV. (même température.

Une once de sel marin ordinaire a été mêlée à 4 onces de dissolution de muriate de chaux saturée ; la température n'a pas sensiblement changé pendant le mêlange , et le muriate de soude ne s'est point dissous.

§. V.

Comparaison et résultat des faits que nous avons exposés dans les paragraphes précédens.

Ces expériences sur la dissolubilité du muriate de soude dans les dissolutions des différens sulfates nous offrent des phénomènes très-intéressans et qui semblent en quelque sorte opposés à ceux qu'indique le raisonnement , appuyé sur quelques faits anciens. En effet n'étoit-il pas raisonnable de penser que de l'eau pure

ou peu chargée de matière étrangère seroit plus capable de dissoudre une certaine quantité de sel, que celle qui est déjà saturée d'un autre sel. Cependant on a vu qu'il n'en est pas toujours ainsi, et que souvent au contraire l'eau chargée d'une certaine quantité de sel dissout plus d'un autre sel que l'eau pure. Telles sont celles de sulfate de chaux, de sulfate acide d'alumine, de sulfate de potasse, etc. Aussi la liqueur qui résulte de la combinaison triple de ces sels, est-elle d'une densité infiniment plus grande que la dissolution du sel marin dans l'eau pure. On auroit naturellement pensé, d'après l'idée des chimistes sur l'attraction de l'eau pour les sels, que non-seulement l'eau pure dissoudroit plus de sel que celle qui tient déjà en dissolution quelque matière saline, et que dans une dissolution saturée d'un sel il n'auroit pu s'y dissoudre un autre sel, sans que le premier ne se fût séparé en tout ou en partie.

Ce phénomène a lieu, à la vérité, dans quelques-unes de nos expériences; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que jamais il n'arrive sans qu'il se dégage du calorique, soit que la quantité de sel qui se précipite soit plus grande, soit qu'elle soit plus petite que celle du sel marin.

Dans la dissolution de sulfate de soude, où il

il s'est dissous 7 gros de sel marin, et d'où il ne s'est séparé que 2 gros de sulfate de soude, la température s'est élevée de 2 degrés $\frac{1}{2}$ + o. Cela fait voir que le sel marin demande beaucoup moins de calorique pour devenir liquide et se combiner avec l'eau, que le sulfate de soude, etc.

Ces expériences font connoître aussi que le sel marin à une température de 10 degrés est plus dissoluble que la plupart des sels neutres alcalins et terreux; il n'en est pas de même à une température plus élevée, beaucoup de ces sels le précipitent de ses dissolutions bouillantes. En effet, si à la température de 9 à 10 degrés du thermomètre de Réaumur, le sel marin a la propriété de précipiter quelques sulfates de leurs dissolutions, ainsi que plusieurs autres sels d'un genre différent, comme nous l'avons fait connoître, il est séparé à son tour de son dissolvant à une température plus haute.

Cette loi est générale pour tous les sels qui sont beaucoup plus dissolubles à chaud qu'à froid; c'est pourquoi dans les raffineries de salpêtre le sel marin est séparé de l'eau pendant l'ébullition, tandis que le nitrate de potasse y reste toujours en dissolution; mais si lorsque l'on retire la dissolution pour la faire cristalliser, on y met du sel marin, il s'y dissoudra à mesure que le premier cristallisera. Cet effet

est infiniment mieux marqué avec le sulfate de soude relativement au sel marin : car si on jette dans une dissolution bouillante de ce dernier sel, du sulfate de soude, jusqu'à ce qu'il cesse de se dissoudre, le sel marin s'en sépare presqu'entièrement : à froid, le contraire arrive, comme nous l'avons dit plus haut.

Nous avons fait connoître, M. Fourcroy et moi, dans un Mémoire sur l'incertitude de la méthode employée pour essayer les salpêtres bruts, que les sels qui demandent beaucoup d'eau pour cristalliser, dégagent du calorique en se dissolvant dans l'eau, lorsqu'ils sont entièrement dépouillés de leur eau de cristallisation, tandis qu'ils en absorbent quand ils sont cristallisés et combinés déjà à une certaine quantité d'eau à l'état solide. Cela prouve que la quantité de calorique, qui se dégage de l'eau qui devient solide avec les sels, est plus grande que celles qu'ils absorbent ensuite pour se combiner avec l'eau, et devenir liquide. Tous les sels privés d'eau ne produisent cependant pas de calorique en se dissolvant dans l'eau. Le muriate d'ammoniaque et le muriate de soude produisent au contraire du froid en se combinant avec ce liquide, mais beaucoup moins que quand ils sont cristallisés : cela tient à ce que ces sels ne demandent que très-peu d'eau pour cristalliser.

Il résulte de toutes les expériences que nous avons exposées dans les paragraphes II, III et IV, 1°. que la plupart des dissolutions salines de différens sulfates, nitrates et muriates alcalins et terreux sont décomposés par le muriate de soude ; 2°. qu'il y a constamment dans ce cas une certaine quantité de chaleur dégagée; 3°. que la quantité de calorique dégagé est en raison du sel précipité de la dissolution ; 4°. que quelques-unes de ces dissolutions ont déposé plus de leur sel qu'elle n'out dissous de muriate de soude ; cela s'élève quelquefois jusqu'à la moitié en sus, souvent aussi c'est le contraire ; 5°. que le sel marin peut aussi quelquefois se dissoudre dans certaines dissolutions de sels saturées sans en précipiter de sel, soit en dégageant du calorique, soit en en absorbant ou même en ne produisant ni l'un ni l'autre de ces phénomènes ; 6°. que des masses semblables de sels différens demandent des quantités de calorique différentes pour se dissoudre dans l'eau ; 7°. que les sels n'ont pas la même affinité pour l'eau, surtout à la température à laquelle nous avons opéré ; 8°. qu'aucune des dissolutions salines n'est entièrement décomposée par le muriate de soude, quelle que soit la quantité qu'on y ajoute ; il reste constamment en dissolution une petite portion du premier sel, quoique la portion précipitée contienne un peu de muriate de soude ; 9°. enfin que

des dissolutions salines deviennent spécifiquement plus pesantes après avoir dissous le sel marin, d'autres plus légères, suivant qu'elles ont laissé déposer plus ou moins du premier sel.

Nous terminerons ce Mémoire par une réflexion générale et très-intéressante ; c'est que beaucoup de dissolutions salines déjà très-saturées ont la propriété de dissoudre plus de sel marin que l'eau distillée pure, sans qu'il se précipite du premier, et sans qu'il se dégage de calorique. Cela prouve qu'il faut moins de calorique étranger pour dissoudre ce sel ; que la dissolution est par conséquent plus pesante que dans le cas où elle auroit été faite avec de l'eau distillée, et qu'il y a entre ces différens sels une attraction, une tendance à la combinaison qui favorise la dissolution d'une plus grande quantité de muriate de soude que dans de l'eau distillée pure.

De ces expériences sur le passage des sels de l'état liquide à l'état solide, jointes à quelques autres expériences sur le passage de ces mêmes sels de l'état solide à l'état liquide, j'espère obtenir bientôt un résultat satisfaisant sur la quantité de calorique que chaque sel en particulier absorbe ou dégage pendant ces divers changemens d'état.

QUATRIÈME MÉMOIRE

SUR LE PHOSPHORE,

Faisant suite aux Expériences sur la combinaison du Phosphore avec les substances métalliques ;

Par M. PELLETIER (1).

LORSQUE j'ai publié la première partie de mon travail sur la combinaison du phosphore avec les métaux, j'annonçai que je m'occupais des moyens de le combiner au plomb et à l'étain dans des proportions plus grandes que je n'avais pu le faire ; j'y suis enfin parvenu, mais cela n'a été qu'après une longue suite d'expériences, et après m'être exercé et enhardi à manier le phosphore.

Ces combinaisons nouvelles en chimie qui ont paru long-tems impraticables, sur-tout d'après les tentatives infructueuses du célèbre *Marraff*, seront on ne peut plus faciles à faire, en suivant les procédés que je vais indiquer.

Celui que j'ai déjà rendu public consistoit à fondre dans un creuset un mélange de parties

(1) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des sciences.

égales d'acide phosphorique vitreux d'un métal quelconque extrêmement divisé, et d'un seizième de poudre de charbon. Par ce procédé l'on obtient des *phosphures métalliques* avec tous les métaux qui peuvent s'unir au phosphore. J'ai déja donné la théorie de l'opération qui est fondée sur l'affinité de l'oxigène plus forte avec le charbon qu'avec le phosphore, de manière qu'en traitant du charbon avec de l'acide phosphorique vitreux, le charbon s'empare de l'oxigène de cet acide, et forme une nouvelle combinaison qui est désignée sous le nom d'acide carbonique, lequel se sépare à l'état de gaz; reste enfin la base de l'acide phosphorique, c'est-à-dire le phosphore qui trouvant un métal, s'y unit et lui reste fixé, à moins que l'on n'applique un degré de chaleur qui vienne à rompre la nouvelle combinaison.

J'ai eu occasion de m'appercevoir dans la suite de mes expériences, que les métaux qui s'oxident facilement, jouissent, comme le charbon, de la propriété d'enlever l'oxigène à l'acide phosphorique. Cette observation m'a fourni un nouveau moyen de faire des *phosphures*, en traitant ces métaux avec le verre phosphorique par la fusion, sans aucune addition; aussi ce procédé ne peut nullement être appliqué à l'or, et à l'argent, et au platine.

J'ai annoncé dans un de mes mémoires, que pour unir directement le phosphore aux métaux, il falloit que le métal fût fondu ou dans un état d'incandescence, dans le moment où on lui joindroit le phosphore. Je m'appuyois en cela du travail de *Margraff* qui avoit traité, sans aucun succès, tous les métaux avec le phosphore. J'ajoutois alors que le danger qu'il y auroit à porter du phosphore sur un métal en fusion, m'avoit fait chercher les moyens où je pourrois les faire rencontrer tous deux en fusion, sans que j'eusse à craindre le moindre danger. J'ai eu dans mes essais les succès les plus satisfaisans, comme on a pu le voir par le travail que j'ai publié à ce sujet. J'ai cru devoir aujourd'hui le compléter en donnant quelques exemples de *phosphures métalliques*, faits en unissant directement le phosphore à des métaux tenus en fusion. Je vais rendre compte de ces expériences, ainsi que de plusieuss autres que j'ai mises en pratique pour faire des *phosphures;* elles serviront de suite à celles que j'ai publiées. Je n'ai pas besoin de recommander la plus grande attention en répétant ces procédés; l'on juge bien qu'il faut y apporter beaucoup de prudence; et si l'on suit exactement ceux que je vais décrire, l'on n'aura pas de danger à craindre.

Addition au procédé pour la préparation du phosphure d'or (1).

J'ai mis dans un creuset 100 grains d'or à 24 karats, réduits en limaille; j'ai échauffé le creuset, et lorsque l'or m'a paru bien rouge, j'y ai projetté du phosphore bien essuyé et par petits morceaux (2); j'ai continué à échauffer le creuset et à y projetter des petits morceaux de phosphore; l'or étant entré en fusion, j'ai encore continué à y projetter quelques petits morceaux de phosphore, et j'ai aussi-tôt retiré le creuset du feu. L'or avoit conservé sa couleur jaune; mais il se brisoit sous le marteau, et il paroissoit grenu dans sa cassure; il avoit augmenté en poids, il pesoit 104 grains. Cette augmentation est due au phosphore qui reste uni à l'or.

---

(1) Voyez mon second Mémoire sur le phosphore, Annales de Chimie, tome I, page 98, extrait par M. Berthollet.

(2) Pour n'avoir rien à craindre dans cette manipulation, je coupe le phosphore par petits morceaux du poids de 4 à 6 grains; je les tiens dans une capsure avec de l'eau, et à mesure que je veux les projetter dans le creuset, je les retire de l'eau, je les sèche avec du papier gris, et je les prends avec des pinces longues pour les porter dans le creuset, où je tiens le métal fondu ou bien chauffé au rouge.

On peut séparer le phosphore contenu dans le *phosphure d'or*, en le tenant quelque tems en fusion.

Addition au procédé du phosphure de platine.

J'ai fait rougir dans un petit creuset de Hesse 300 grains de platine en grains, et alors j'y ai projetté quelques petits morceaux de phosphore; le platine est entré aussi tôt en fusion. Ayant retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé une substance métallique bien fondue, d'une grande dureté, très-aigre, d'un grain serré et d'une couleur blanche assez semblable à celle de l'acier; elle étoit recouverte d'une légère couche vitreuse très-noire. Ayant pesé le platine après la phosphoration, il s'est trouvé peser 354 grains; ce qui donne 18 grains d'augmentation au quintal.

En tenant le *phosphure de platine* exposé au feu pendant très-long-tems, l'on voit le phosphore qui vient brûler à la surface; le platine ensuite dépouillé de phosphore reste infusible, il est sous la forme d'une masse poreuse qui est très-malléable, et qui est pénétrée d'un peu d'acide phosphorique vitreux. En le passant sous un mouton, étant chauffé au rouge blanc, l'on parvient à en faire sortir le verre phosphorique, et l'on obtient un culot de platine très-malléable. C'est par ce procédé que j'ai préparé

des plateaux de balance et plusieurs flaons que j'ai fait frapper.

La facilité avec laquelle le phosphore se combine au platine, me paroît devoir fixer l'attention des chimistes. L'acide phosphorique vitreux ne l'attaque point, il n'a d'action que sur le fer qu'il contient. Aussi cette observation m'a fourni un moyen de purifier le platine : j'y réussis parfaitement en fondant un mélange d'une partie de verre phosphorique et de deux parties de platine ; je pulvérise le produit de la fusion, et par les lavages je sépare le verre phosphorique qui a dissous et vitrifié l'oxide de fer. Le platine reste ensuite très-pur, propre enfin à être fondu par les procédés connus.

Margraff, dans sa dissertation sur le platine, rapporte l'expérience suivante :

« J'ai mêlé l'acide pur séparé du phosphore
» avec le platine, une drachme de celle ci et
» deux drachmes d'acide, je les ai unis ensem-
» ble dans une retorte, en y adaptant un ré-
» cipient, les jointures étant seulement bou-
» chées avec du papier. Je fis distiller le liquide
» par degrès, je mis ensuite la retorte encore
» chaude sur des charbons ardens, jusqu'à ce
» qu'elle voulût commencer à fondre ; après
» quoi je l'en tirai avec la main gauche ; mais
» à peine avois-je fait cela, qu'il parut un éclair

» dans la retorte, qui remplit tout le vaisseau avec
» le récipient, et fut d'abord suivi d'un éclat vé-
» hément par lequel la retorte toute chaude par-
» tit de ma main, et alla sauter au visage d'un
» ami qui se tenoit à ma droite; il fallut en ra-
» masser les pièces qui étoient répondues dans
» mon laboratoire. Je trouvai que la partie in-
» férieure de la retorte étoit couverte d'une ma-
» tière saline blanche; mais l'ayant séparée toute
» entière, tant avec le secours de l'eau chaude
» qu'en raclant et lavant, je trouvai le platine,
» qui, après avoir été séché, se montra sans
» altération après ce travail. Les phénomènes de
» l'éclair et du fracas qui viennent d'être rappor-
» tés, tiroient sans doute leur origine d'un phos-
» phore régénéré d'une partie du phlogistique
» du platine et de l'acide du phosphore qui
» fit son effet en tirant la retorte du feu, parce
» que l'air pénétra dans les jointures des vais-
» seaux à distiller, qui n'avoient été que légè-
» rement fermés. Cela fait voir combien il est
» aisé de se trouver exposé à quelqu'accident
» fâcheux dans de semblables expériences qui
» n'ont pas encore été tentées. On ne sauroit
» douter que l'acide du phosphore n'ait tiré ici
» la partie combustible nécessaire pour la régé-
» nération du phosphore, des particules du fer
» contenu dans le platine. »

Je n'adopte point l'explication que *Margraff* donne de la détonation qui a eu lieu dans l'expérience qu'il rapporte; car en supposant qu'il y eût eu du phosphore régénéré par les parties combustibles du fer du platine, ce phosphore régénéré se seroit uni au platine, et l'auroit phosphoré. Je crois connoître la vraie cause de la détonation arrivée dans l'expérience rapportée par Margraff; elle me paroît absolument la même que celle qui a manqué de me faire perdre la vue (1). L'acide phosphoreux que l'on obtient de la décomposition du phosphore à l'air libre, donne à la distillation du gaz *hydrogène phosphoré*; ce gaz uni au gaz oxigène, détonne avec la plus grande force et souvent ou presque toujours avec fracture des vaisseaux. L'accident qui m'est arrivé en examinant cet air, ne le prouve que trop.

Dernièrement encore j'avais de l'acide phosphoreux dans un matras que je tenois à une douce chaleur; j'en étois heureusement éloigné lorsque tout-à-coup il s'y fit une détonation des plus fortes, qui occasionna la rupture du matras, dont les éclats furent lancés de tous les côtés dans le laboratoire

---

(1) Voyez la note imprimée dans les Annales de Chimie, tome V, page 271.

Margraff avoit traité le platine avec l'acide phosphoreux ; c'est cet acide qui a fourni du gaz hydrogène phosphoré qui, dans son union avec l'air contenu dans la cornue, a produit la détonation et l'éclair qu'il a observés.

Si j'ai parlé de cette expérience, c'est parce qu'elle m'a paru liée au travail de la phosphoration du platine ; elle m'a d'ailleurs fourni l'occasion de prévenir des chimistes des dangers auxquels on s'expose en travaillant sur l'acide phosphoreux.

Addition au phosphure d'argent.

J'ai fait rougir dans un creuset 200 grains d'argent à 12 deniers; j'y ai alors projetté quelques petits morceaux de phosphore ; l'argent est aussitôt entré en fusion ; j'ai continué à y projetter du phosphore, jusqu'à ce que l'argent m'en parût saturé ; j'ai alors retiré le creuset du feu ; l'argent y étoit en une fonte belle et tranquille. J'ai porté le creuset à quelque distance du fourneau, afin que le métal fût plutôt refroidi ; mais quelle fut ma surprise de voir sortir de l'argent au moment où il cesse d'être fluide, une grande quantité de phosphore, qui en se volatilisant, brûloit avec une grande vivacité ; et dans le même instant la surface du métal devint toute mammelonnée. J'ai observé ce dé-

gagement de phosphore dans mon dernier Mémoire sur les *phosphures métalliques*, en parlant de l'argent phosphoré que j'obtenois en traitant l'argent en limaille avec de la poudre de charbon et du verre phosphorique; mais ce phénomène ne m'avoit point autant frappé que cette fois-ci : je l'ai cru assez singulier, pour devoir répéter l'expérience plusieurs fois, et j'ai constamment observé qu'il se séparoit de l'argent au moment où il cessoit d'être fluide, une assez grande quantité de phosphore. La conséquence que j'en tire; c'est que le phosphore reste combiné en plus grande dose à de l'argent en fusion qu'à de l'argent non fondu. A quoi attribuer ce phénomène? Le calorique y contribue certainement pour beaucoup; cette observation au reste nous apprend que les proportions dans les combinaisons peuvent varier en raison du plus ou du moins de calorique qui peut y être uni.

L'argent, après la phosphoration, pesoit, étant refroidi, 224 grains; ce qui donne 12 grains d'augmentation par 100. J'ai eu aussi, dans d'autres expériences, une augmentation de 30 grains ou de 15 par 100. L'on peut évaluer le phosphore qui se sépare de l'argent au moment où il cesse d'être fluide, à environ 20 grains. Ainsi 100 grains d argent en fusion peuvent re-

tenir environ 25 grains de phosphore, tandis que lorsqu'il cesse d'être fluide, il n'en retient qu'environ 13.

Addition au procédé du phosphure de cuivre.

(*a*) J'ai fait fondre dans un creuset un mélange de parties égales de cuivre en copeaux et de verre phosphorique, et j'ai obtenu de cette fusion un culot de cuivre, dont la couleur n'étoit que peu altérée; le verre phosphorique qui le couvroit étoit opaque; sa couleur étoit à-peu-près celle de la colophane.

Il résulte donc que l'action du cuivre sur le verre phosphorique est peu considérable, peut-être deviendroit elle plus forte, si l'on employoit du cuivre plus divisé.

(*b*) Après avoir fait rougir 300 grains de copeaux de cuivre rouge dans un creuset, j'y ai proejtté des petits morceaux de phosphore, le métal est aussi-tôt entré en fusion. J'ai continué de projetter du phosphore pour saturer le cuivre, et j'ai ensuite retiré le creuset du feu; j'ai obtenu, par ce procédé, du *phosphure de cuivre* dont la couleur est très-blanche, d'une grande dureté; il pesoit 345; ce qui donne une augmentation de 15 liv. par 100. Mais, comme dans l'acte de la combinaison il y a une petite portion de cuivre qui est oxidée, et qui forme

une légère couche vitreuse de couleur noire, qui recouvre le phosphure de cuivre, je crois avec M. Sage, qu'il peut y avoir 20 livres de phosphore dans un quintal de *phosphure de cuivre.*

La suite au Numéro prochain.

ANNALES DE CHIMIE.

MAI 1792.

SUITE
DU QUATRIEME MÉMOIRE
SUR LE PHOSPHORE,

Faisant suite aux expériences sur la combinaison du phosphore avec les substances métalliques ;

Par M. PELLETIER.

Addition au procédé du phosphure du fer.

(*a*) L'on peut obtenir du *phosphure de fer*, en fondant un mêlange de parties égales de limaille de fer et de verre phosphorique. Dans cette fusion une portion de verre phosphorique abandonne l'oxigène qu'il contient à une portion de fer ; alors à l'état de phosphore, il s'unit à l'autre portion de fer et de leur union résulte du *phosphure de fer* qui gagne le fond du creuset. La portion de fer qui a été

oxidée par l'oxigène que le verre phosphorique lui a fourni, entre en vitrification avec l'acide phosphorique non décomposé, et leur mêlange donne un verre noir qui a l'aspect métallique.

(*b*) J'ai aussi phosporé du fer en faisant rougir de la limaille de fer dans un creuset; et en y projettant des petits morceaux de phosphore, le fer entre en fusion dès les premières projections de phosphore; et lorsqu'il en est saturé, il donne un *phosphure* qui est d'une grande dureté, d'une couleur blanche, d'un grain strié, et qui est attirable à l'aimant.

L'on ne peut calculer la quantité de phosphore que le fer retient par ce moyen de phosphoration, parce qu'il y a une petite portion de fer d'oxidée par le peu d'humidité que contient le phosphore, quelqu'essuyé qu'il soit, et ce fer oxidé se vitrifie et produit une scorie noire qui recouvre le métal phosphoré. Cette scorie ferrugineuse attaque le creuset et le pénètre. En examinant le phosphure de fer, j'ai reconnu qu'il pouvoit y avoir environ 20 liv. de phosphore au quintal.

Addition au phosphure de plomb.

(*a*) J'ai aussi traité l'acide phosphorique vitreux avec le plomb : d'un mêlange de 4 onces de limaille de plomb et de 4 onces de verre phos-

phorique, j'ai obtenu par la fusion un culot métallique du poids de 3 onces; c'étoit du *phosphure de plomb ;* le couteau l'entamoit, mais frappé sur une enclume, il s'est séparé par lames; sa couleur étoit d'un blanc argentin un peu bleuâtre, et se ternit promptement à l'air.

Lorsque l'on examine ce *phosphure de plomb* au chalumeau, l'on voit brûler le phosphore, et le petit grain de plomb est long-tems à se calciner entièrement.

(*b*) J'ai encore fait fondre du plomb dans un creuset; et lorsqu'il a été fondu, j'y ai projetté du phosphore, jusqu'à ce qu'il m'en parût saturé. Il n'est pas facile de juger de l'augmentation du poids du plomb en raison du phosphore qui lui reste combiné, parce qu'il y a une petite portion de plomb, qui est oxidée, et qui en se vitrifiant avec l'acide phosphorique (provenant de la combustion d'un peu de phosphore), fait un verre d'un blanc laiteux qui adhère au creuset.

Le phosphure de plomb obtenu par ce procédé, abandonne de même le phosphore qui lui est uni, lorsqu'on vient à le fondre au chalumeau.

(c) J'ai en outre obtenu du *phosphure de plomb* d'une distillation de phosphore faite avec l'urine évaporée à siccité, à laquelle j'avois ajouté du muriate de plomb, comme les an-

ciens procédés pour la préparation du phosphore l'indiquoient. Le phosphure de plomb se trouve dans le résidu de la distillation par petits grains brillans ; on les en sépare facilement par le lavage, et on peut les réunir ensuite en un seul culot, en le fondant dans un creuset. J'ai cependant observé qu'ils ne donnoient point une belle fonte ; elle étoit pâteuse ; et pendant la fusion il s'est séparé du phoshore qui vient brûler à la surface, en répandant une fumée blanche qui est produite par l'acide phosphorique volatilisé.

Le phosphure de plomb obtenu par ce dernier procédé, m'a paru être celui qui contenoit le plus de phosphore ; je crois qu'il peut s'y trouver dans les proportions de 12 à 15 au 100.

Addition au procédé du phosphure d'étain.

J'ai fait fondre dans un creuset un mêlange de six onces d'étain fin en limaille et de six onces de verre phosphorique ; lorque la matière a été bien fondue, ce qui demande peu de tems, il y a eu plusieurs petits jets qui ont sorti du fond du creuset, et qui s'enflammoient aussi-tôt qu'ils avoient le contact de l'air. J'ai obtenu, par ce procédé, un culot métallique qui étoit du phosphure d'étain, du poids de 4 onces ; il étoit recouvert d'un verre teint en noir.

L'étain est celui des métaux qui m'a paru avoir le plus d'action sur l'acide phosphorique vitreux : aussi lui enlève-t-il l'oxigène qu'il contient, avec la plus grande facilité. Il est encore des métaux celui qui retient dans sa combinaison la plus grande quantité de phosphore : il sera d'après cela facile de juger des phénomènes qui ont lieu, lorsqu'on traite ce métal avec le verre phosphorique, une portion d'étain est oxidée par l'oxigène que ce métal enlève à l'acide phosphorique, et dans cet état d'oxide il entre en vitrification avec une portion de verre phosphorique non décomposé ; l'autre portion d'étain s'unit dans le même instant au phosphore qui a été produit par le verre phosphorique auquel l'étain a enlevé l'oxigène, et de leur union résulte du phosphure d'étain.

Le *phosphure* d'étain s'entame au couteau; étant frappé sur une enclume, il se laisse aplatir, mais il se sépare par lames; lorsqu'il est nouvellement coupé, il est d'une couleur argentine ; étant limé, il donne une limaille terne qui ressemble à celle du plomb. Si l'on jette un peu de cette limaille sur des charbons ardens, l'on voit brûler le phosphore en répandant l'odeur qui lui est particulière ; traité au chalumeau, le phosphore brûle, et le petit culot se recouvre d'un verre transparent.

(*b*) J'ai aussi obtenu du phosphure d'étain, soit en fondant un mélange de parties égales de de sel fusible d'urine et de limaille d'étain, soit encore en fondant un mêlange de limaille d'étain et du sel, qu'on obtient en combinant l'acide phosphorique avec l'ammoniaque. J'observerai que l'on obtient du phosphure d'étain par ces deux procédés, en n'employant que le dégré du feu qui est à-peu-près nécessaire pour fondre de l'étain. La facilité avec laquelle le phosphore se produit en traitant le verre phosphorique avec l'étain, m'a paru devoir mériter une attention particulière; c'est ce qui m'a engagé à en faire mention.

Margraff avoit fondu le sel fusible avec l'étain. Voici ce qu'il dit: « Ayant traité 4 scrupu» les de limaille d'étain avec deux gros de » sel fusible, et ayant fondu le tout, j'ai ob» tenu un régule du poids d'un gros et deux » grains; sa texture qui est toute particulière, » qui est toute feuillée brillante, et quand on » la rompt, semblable au zinc, aussi-bien que » sa grande fragilité, montre d'abord qu'il y est » arrivé un changement remarquable; le régule » mis sur des charbons ardens et embrâsés com» mence par brûler et ensuite s'enflamme » comme le zinc ou le phosphore ».

Ce passage qui se trouve dans la dissertation

de Margraff, ayant pour titre : *Dissertation sur le sel d'urine*, fait voir que Margraff avoit fait *du phosphure d'étain*. Margraff avoit aussi traité le sel fusible avec plusieurs métaux, et il avoit observé que le sel fusible leur faisoit éprouver un changement. Voici la conclusion qu'il en a tiré :

« Je ne saurois décider quel est le change-
» ment réel que les métaux souffrent dans ces
» opérations, et si avec le tems l'on pourra
» produire par ces moyens quelque chose de
» plus considérable ; je laisse la chose indé-
» cise, en attendant que des expériences pous-
» sées plus loin et incontestables mènent à la
» certitude ».

Margraff, comme on peut le voir, croyoit à la combinaison du phosphore avec les métaux ; et pour parvenir à le leur combiner, il distilla du phosphore sur les métaux. J'ai déjà dit en quoi Margraff avoit manqué dans son travail, et c'est après l'avoir connu, que je me suis tracé celui qu'il falloit suivre pour y réussir ; et afin de le rendre le plus complet, j'ai cru devoir tenter toutes les expériences que je rends aujourd'hui publiques.

(c) L'on obtient aussi la combinaison de l'étain avec le phosphore en projettant des petits morceaux de phosphore sur de l'étain que l'on

tient en fusion dans un creuset. En phosphorant de cette dernière manière 600 grains d'étain, j'ai obtenu un régule cristalisé extérieurement (comme le régule d'antimoine) d'une couleur blanche ; il formoit un culot bombé dans le fond du creuset : son poids s'est trouvé de 672 grains ; ce qui donne une augmentation de 12 grains au quintal. Mais, comme pendant la phosphoration il y a un peu d'étain qui est oxidé, et qui en se vitrifiant, etc. adhère au creuset, je crois que la quantité de phosphore qui reste combinée à l'étain, est plus grande ; il m'a paru qu'il y en avoit de 15 à 20 livres par quintal de phosphure d'étain.

J'ai fait un mélange de parties égales de phosphure d'étain et de muriate de mercure corrosif ; l'ayant distillé, j'ai eu, pour produit, du muriate d'étain fumant, du mercure coulant et du gaze hydrogène phosphoré, qui, en sortant la cornue, s'enflammoit en produisant des détonations ; il restoit dans la cornue une matière boursoufflée qui paroissoit avoir été en fusion ; en ayant mis une petite quantité sur un charbon ardent, elle a donné une flamme que j'ai reconnue pour celle du phosphore. Je regarde cette substance comme une combinaison d'oxide d'étain et de phosphore. Je ne fais qu'indiquer cette expérience, afin d'annoncer que les oxides

métalliques peuvent s'unir au phosphore, de même qu'ils se combinent au souffre et à l'arsenic.

Je me propose de suivre ces combinaisons dans une autre moment ; je continuerai ce Mémoire en suivant les combinaisons du phosphore avec les demi-métaux.

CINQUIEME MÉMOIRE SUR LE PHOSPHORE,

Faisant suite aux combinaisons du phosphore avec les substances métalliques ;

Par M. PELLETIER (a).

Phosphoration du mercure.

LE mercure est une des substances métalliques qui m'a le plus occupé pour l'unir au phosphore : je vais rapporter le plus brièvement possible une partie des expériences que j'ai eu occasion de faire à ce snjet.

(*a*) J'ai mis dans un petit matras à moitié plein d'eau, une demi-once de mercure avec une demi-once de phosphore ; j'ai tenu le matras

---

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'académie des sciences.

sur le bain de sable d'un poèle que l'on chauffoit tous les jours pendant près de trois mois, ayant soin d'agiter le matras très-souvent; le mercure et le phosphore n'ont point contracté d'union dans cette longue expérience; le mercure gagnoit la partie inférieure, et le phosphore la partie supérieure, et ils étoient bien séparés.

J'observerai que la partie du phosphore qui touchoit au mercure, avoit un aspect brillant, comme s'il y eût eu une adhérence des molécules du mercure à celles du phosphore; ce qui annonçoit déjà une tendance à la combinaison.

(*b*) J'ai mis dans une petite cornue 2 gros de mercure et 2 gros de phosphore; j'ai procédé ensuite à la distillation, et je l'ai arrêtée, losqu'il y a eu une petite portion de phosphore qui avoit distillé; ayant ensuite cassé la cornue, j'y ai trouvé au fond le mercure en nature couvert de phosphore. Dans cette expérience il n'y a point eu non plus de combinaison de phosphore et du mercure.

(*c*) J'ai mis dans un matras 2 gros d'oxide rouge de mercure ou précipité *per se* réduit en poudre, et 2 gros de phosphore j'y ai ajouté un peu d'eau, et j'ai tenu ensuite le matras sur un bain de sable chaud: j'ai eu soin d'agiter de tems en tems le matras, et je l'ai tenu

pendant très-long-tems sur le bain de sable, l'oxide de mercure n'a pas tardé à devenir noirâtre, et dans cet état il demeuroit uni au phosphore : l'eau est devenue sensiblement acide, et elle contenoit de l'acide phosphorique à nu. Voici donc ce qui a lieu dans cette expérience : l'oxigène ou l'air pur contenu dans l'oxide de mercure abandonne ce métal pour se porter sur une portion de phosphore, qu'il change en acide phosphorique ; alors le mercure, dépouillé d'oxigène, se trouve extrêmement divisé, et dans cet état il s'unit au phosphore, et forme une combinaison particulière dans laquelle le phosphore domine ; ce produit se ramollit dans l'eau bouillante, et il prend consistance, lorsque l'eau cesse d'être chaude.

J'ai mis ce mercure phosphoré dans un petit nouet de peau de chamois ; je l'ai tenu dans de l'eau bouillante, et alors je l'ai foiblement exprimé ; il en est sorti un peu de phosphore très-transparent : ce qui a resté dans le nouet étoit du mercure phosphoré qui étoit d'une consistance assez forte, d'une couleur noire, se coupant au couteau ; en l'examinant on voyoit qu'il contenoit des petites molécules de mercure qui ne paroissoient pas bien combinées.

Ce phosphure de mercure exposé à un air

sec, y répand des vapeurs blanches qui ont l'odeur du phosphore.

(*d*) L'oxide de mercure préparé par l'acide nitrique ou précipité rouge, traité de la même manière avec le phosphore, donne un résultat semblable, et l'on observe les mêmes phénomènes.

(*e*) J'ai encore traité une demi-once de mercure extrêmement divisé (1) avec une demi-once de phosphore. J'ai eu soin de mettre ces deux substances dans un matras à moitié plein d'eau; je l'ai tenu sur un bain de sable; j'ai agité de tems en tems le matras; le mercure, à raison de sa division, s'est uni au phospore, et a formé du *phosphure de mercure.*

Si l'on soumet à la distillation le phosphure de mercure, la combinaison est rompue. Le phosphore passe le premier, ensuite le mercure, et on les trouve tous les deux dans le récipient, bien séparés l'un de l'autre.

Phosphoration du zinc.

(*a*) J'ai mis dans une cornue de grès deux gros de zinc réduit en limaille, et un gros de

---

(1) J'obtiens ce mercure divisé, en procédant à la distillation du muriate de mercure corrosif et de la limaille de fer, et se servant de vaisseaux très-évasés pour récipiens.

phosphore ; j'ai ensuite procédé à la distillation, après avoir adapté un récipient au bec de la cornue. J'ai eu pour produit un peu de phosphore, et dans le col de la cornue j'ai trouvé, 1°. du zinc sous forme métallique, 2°. une sublimation d'une efflorescence rouge, 3°. de l'oxide de zinc sous l'état des fleurs blanches, 4°. une sublimation en aiguilles ayant un coup-d'œuil métallique un peu bleuâtre et irisé ; il restoit dans la cornue une matière noirâtre ressemblant à une scorie. Je regarde l'efflorescence rougeâtre, ainsi que la sublimation en aiguilles que j'ai obtenue dans cette distillation, comme de l'oxide de zinc phosphoré. Lorsque j'ai parlé de la phosphoration de l'étain, j'ai fait mention de l'union des oxides métalliques avec le phosphore. Le zinc en fournit encore un exemple que j'ai cru devoir citer, ayant à faire remarquer que l'espèce de combinaison de zinc et de phosphore dont Margraff a fait menmeution, n'est qu'une combinaison de l'oxide de ce métal avec le phosphore. Voici que *Margraff* a écrit à ce sujet :

« Ayant pris une drachme de zinc et autant de » phosphore, je distilai ce mêlange, sans qu'il » parût d'abord d'altération particulière dans le » zinc, si ce n'est qu'il se sublima une petite quan- » tité de fleurs d'un jaune couleur d'orange ;

» mais, après avoir mêlé encore une fois le
» phosphore qui avoit distillé avec le résidu,
» et réitéré la distillation à laquelle je donnai
» à la fin, un feu véhément, alors la plus
» grande partie du zinc fut sublimée sous la
» forme de fleurs très-légères, pointues, d'un
» jaune tirant sur le rouge : j'ai mis une partie
» de ces fleurs dans un petit *test à rotir* que je
» posai sous une mouffle ardente, et aussi-tôt
» non-seulement elles s'allumèrent, mais se fon-
» dirent en un verre blanc transparent qui pa-
» roissoit semblable au verre de borax ».

J'ai cru, d'aprés l'indication de *Margraff*, devoir redistiller le phosphore obtenu d'une première distillation du mêlange du zinc et de phosphore sur le résidu qui reste dans la cornue (qui est du zinc en partie oxidé), et j'ai obtenu le produit annoncé par *Margraff*, que je regarde comme un oxide de zinc phosphoré. L'on sait que le zinc s'oxide avec une très-grande facilité ; et dans l'expérience que je rapporte, c'est-à-dire, dans les deux distillations retirées du phosphore sur le zinc, il y a une certaine quantité d'eau que l'on porte forcément avec le phosphore sur le zinc ; et c'est particulièrement cette eau qui facilite l'oxidation du zinc qui, ainsi oxidé, se volatilise et s'unit au phosphore qu'il rencontre sous l'état de la

plus grande division, puisqu'il est en vapeurs.

(*b*) Ayant distillé à l'appareil pneumato chimique un mêlange d'une once de zinc en limaille et d'une once de verre phosphorique, j'ai eu, pour produit, du gaz hydrogène mêlè d'air fixe ; il s'est sublimé dans le col de la cornue un peu de zinc en nature. Le résidu de cette distillation offroit une substance spongieuse noire et brillante, qui étoit recouverte d'une espèce de sublimation en aiguilles d'un blanc argentin, que je regarde encore comme de l'oxide de zinc phosphoré.

Ces aiguilles, mises à la flamme d'une bougie, brûlent avec décrépitation, et l'odeur et la flamme qu'elles donnent dans leur combustion font voir que le phosphore entre dans leur composition : si elles sont essayées au chalumeau sur un charbon, elles brûlent de même, et laissent un petit globule vitreux.

(*c*) J'ai encore soumis à la distillation un mêlange d'une once de zinc limé, d'une once de verre phosphorique, et d'un gros de poudre de charbon; il s'est sublimé du zinc très-malléable; le résidu avoit une apparence pulvérulente, noire, très-brillante; examiné à la loupe, l'on y distinguoit des petits grains métalliques, qui étoient du phosphure de zinc.

En les essayant au chalumeau, ils brûlent

avec le caractère propre au zinc, mais aussi en répandant l'odeur particulière au phosphore.

J'ai encore soumis au feu, dans un creuset, un pareil mêlange d'une once de zinc en limaille, d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon : en chauffant fortement le creuset, il en est sorti beaucoup de vapeurs qui brûloient au contact de l'air, en donnant une flamme d'un jaune verdâtre; la matière restante étoit pulvérulente, de couleur noirâtre; l'on y distinguoit quelques petits points métalliques qui étoient du *phosphure de zinc ;* mais il paroît que l'action du feu volatilise la plus grande portion du phosphore.

(*d*) J'ai aussi soumis à la distillation, en me servant d'une petite cornue de grès, un mêlange d'une once et demie d'oxide de zinc ou de fleurs de zinc, d'un once et demie de verre phosphorique et de deux gros de poudre de charbon : ayant fortement chauffé la cornue, il est sublime dans le col une substance métallique d'un blanc argentin, d'une cassure vitreuse ressemblant assez au *crocus d'antimoine.* Je regarde ce sublimé comme de l'oxide de zinc phosphoré, essayé au chalumeau, l'on voit brûler le phosphore, et il reste un petit globule vitreux qui paroît très-transparent, tant qu'il est en fusion, mais qui devient opaque par le refroidissement

refroidissement. Le résidu de cette distillation étoit très-pulvérulent, et l'on y distinguoit de petits points brillans, qui étoient du phosphure de chaux.

Un autre mélange fait avec une once de précipité (du vitriol de zinc par l'alcali), une once de verre phosphorique et deux gros de poudre de charbon, ayant été soumis à la distillation dans une cornue de grès, n'a point donné de sublimé; mais le résidu contenoit en grande quantité de petits grains métalliques peu malléables : c'étoit du phosphure de zinc.

(*e*) J'ai encore tenté la phosphoration du zinc, en projettant du phosphore sur du zinc en fusion; j'ai donc fait rougir dans un creuset 600 grains de zinc coupé par petits morceaux, et ensuite j'y ai projetté du phosphore bien essuyé : le zinc est entré en fusion; j'ai continué à y projetter du phosphore et en même tems de petits morceaux de résine, afin d'empêcher l'oxidation du zinc; ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé une substance métallique qui étoit du phosphure de zinc : sa couleur est blanche, mais moins brillante que celle du zinc; elle est plutôt plombée. Lorsqu'on lime le phosphure de zinc, ou bien lorsqu'on le frappe avec un marteau sur une enclume, il répand une odeur analogue à celle

du phosphore; il s'étend aussi un peu sous le marteau.

Essayé au chalumeau, il brûle comme le zinc, mais on reconnoît facilement que la flamme qu'il donne diffère un peu de celle du zinc; il fournit aussi moins d'oxide de zinc, et il laisse pour résidu un corps spongieux.

L'on trouvera peut-être que je me suis trop étendu sur la phosphoration du zinc; j'observerai que j'ai cru ces détails nécessaires, afin de bien faire connoître les différences qui se trouvent entre les combinaisons du phosphore, soit avec le zinc, soit avec ce même métal réduit à l'état d'oxide.

Phosphoration du bismuth.

Le bismuth m'a paru avoir peu d'affinité avec le phosphore; j'ai cru même pendant long-tems que ce métal se refusoit à ce genre de combinaison : je l'ai tentée de diverses manières et toujours avec très-peu de succès, comme on pourra le juger par le détail des expériences suivantes.

(*a*) J'ai fondu dans un creuset un mélange de deux onces de verre phosphorique, de deux gros de charbon en poudre et de deux onces de bismuth; le tout en poudre. Pendant la fusion, il s'est dégagé beaucoup de vapeurs de

phosphore; ayant retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé le bismuth bien fondu et occupant la partie inférieure du creuset; il étoit recouvert d'un verre à demi-transparent, un peu laiteux.

Ayant examiné ce bismuth, j'ai observé qu'à l'aspect il ne différoit point sensiblement du bismuth ordinaire, il en avoit la couleur et la cassure; essayé au chalumeau, il donne, au moment où il entre en fusion une petite flamme verte; du reste il s'y comporte comme le bismuth ordinaire.

(*b*) J'ai fait un mélange de deux onces de bismuth et de deux onces de verre phosphorique; ayant procédé à la fusion, j'ai obtenu un culot de bismuth absolument semblable à celui de l'expérience précédente; le verre phosphorique qui le recouvroit avoit perdu de sa transparence; il étoit assez semblable à la couleur du jade.

(*c*) J'ai encore tenté la phosphoration du bismuth en fondant un mélange d'une once d'oxide de bismuth, d'une once et demie de verre phosphorique, et de deux gros de poudre de charbon : le bismuth que j'ai obtenu de cette réduction ne m'a point paru plus phosphoré que celui des expériences précédentes.

(*d*) J'ai aussi tenté la phosphoration directe du bismuth; j'ai fait fondre dans un creuset

600 grains de ce demi-métal: et lorsqu'il a été fondu, j'y ai projetté, par parties, de petits morceaux de phosphore; ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'ai examiné le bismuth que j'ai trouvé très-adhérent au fond du creuset: sa cassure étoit celle du bismuth; au chalumeau, il a donné une très-petite flamme verte au moment où il alloit entrer en fusion; exposé quelque tems à l'air, il prend une couleur irrisée; si on le lime et si on jette la limaille sur un charbon bien allumé, l'on voit qu'il se dégage de petites flammes verdâtres qui ont l'odeur de phosphore. Je dois avertir que pour bien observer ce phénomène, il faut être dans un endroit obscur.

L'on jugera, d'après ce que je viens de rapporter sur la phosphoration du bismuth, que ce demi-métal retient peu de phosphore: je n'en évalue point la proportion à plus de 4 livres pour 100.

Phosphoration de l'antimoine.

(*a*) Un mélange d'une once de régule d'antimoine, d'une once de verre phosphorique et d'un gros de poudre de charbon, fournit par la fusion une substance métallique blanche, fragile, ayant une cassure lamelleuse, mais à petites facettes qui paroissent cubiques: c'est de l'antimoine phosphoré.

Si l'on en met un petit morceau sur un charbon

bien allumé, il se fond et donne au moment de la fusion une petite flamme verte; il continue ensuite à se volatiliser sous la forme de fleurs blanches.

(*b*) En procédant à la fusion d'un mélange de parties égales de verre phosphorique et de régule d'antimoine, l'on obtient aussi une substance métallique à petites facettes, telles que celles que je viens de décrire, qui est de même du phosphure d'antimoine.

(*c*) En projettant du phosphore sur du régule d'antimoine tenu en fusion dans un creuset, l'on parvient à unir à ce métal du phosphore, et l'antimoine phosphoré par ce derdier procédé est absolument semblable à celui que l'on obtient par ceux dont je viens de parler. Il faut avoir attention de retirer du feu le creuset aussitôt les dernières projections du phosphore: sans cette précaution presque tout le phosphore se volatiliseroit.

L'on a dû observer dans la phosphoration de plusieurs métaux, particulièrement de l'étain, du cuivre, du platine, etc. que le phosphore, en s'y unissant, donnoit des produits qui avoient quelques analogies (quant aux apparences extérieures) avec ceux que l'arsenic nous donne lorsqu'il est uni à ces mêmes métaux. L'antimoine nous fournit encore un exemple

d'un phénomène semblable : l'on sait que l'arsenic uni à ce métal nous donne une substance métallique à facettes, comme nous l'avons observé dans l'antimoine phosphoré.

Phosphoration du cobalt.

(*a*) J'ai fait fondre un mélange d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon et d'une once de régule de cobalt en poudre; le produit de cette fusion a été un culot de cobalt phosphoré recouvert d'un verre d'un très-beau bleu.

(*b*) J'ai mis dans un creuset 300 grains de régule de cobalt réduit en petits morceaux; l'ayant fait rougir, j'y ai projetté de petits morceaux de phosphore; le cobalt est aussi tôt entré en fusion: j'ai continué à y projetter du phosphore, jusqu'à ce que le cobalt m'en parût saturé. Dans cette phosphoration le cobalt augmente de plus de 20 grains, quoiqu'il y en ait une petite portion qui se trouve oxidée, et qui forme au-dessus du culot une petite couche d'une couleur rose violet.

Le cobalt phosphoré par ces deux procédés a la même apparence extérieure; il diffère du régule de cobalt ordinaire par sa couleur, qui est blanche et plus bleuâtre; il est, comme le régule de cobalt, fragile, et dans sa cassure on

apperçoit une tendance à prendre une forme cristalline en aiguilles.

Le cobalt phosphoré exposé à l'air y perd son éclat métallique.

Essayé au chalumeau et tenu quelque tems en fusion, l'on voit le phosphore, qui se dégage du petit culot métallique, venir brûler à la surface; il reste ensuite un petit globule vitreu d'un bleu foncé.

Phosphoration du nikel.

Le nikel s'unit avec une grande facilité au phosphore, et il en retient dans sa combinaison une assez grande quantité. L'on peut phosphorer ce métal, soit en fondant un mélange de verre phosphorique, de régule de nikel et de charbon, soit encore en projettant du phosphore sur du nikel fondu. Voici les expériences que j'ai faites:

1°. J'ai fait un mélange d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon et d'une once de régule de nikel (que j'avois extrait d'une mine de métal venant des Pyrénées); et de la fusion de ce mélange j'ai obtenu du nikel phosphoré, dont le poids s'est trouvé d'une once 40 grains. Ce *phosphure* étoit recouvert d'un verre légèrement teint en bleu, couleur que j'attribue à un peu de cobalt qui se trouve toujours accompagner

ce demi-métal. Le *phosphure de nikel* obtenu par ce procédé étoit d'une couleur plus blanche que celle du régule de nikel; il avoit aussi une cassure dans laquelle on distinguoit un assemblage de prismes très-déliés; ce que l'on nomme *apparence aiguillée.*

J'ai fait aussi rougir dans un creuset 600 grains du même régule de nikel; j'y ai ensuite projetté du phosphore, jusqu'à ce qu'il m'en parût saturé. Dans cette phosphoration le nikel a augmenté de 120 grains; ce qui fait 20 par 100 : aussi s'est il trouvé d'une couleur plus blanche que le nikel phosphoré par le premier procédé. J'ai aussi observé, dans la phosphoration du nikel, que ce métal phosphoré, en se refroidissant, abandonne une petite portion de phosphore, comme je l'ai fait remarquer en parlant de l'argent. Lorsqu'on essaye au chalumeau le *phosphure de nikel*, l'on voit brûler le phosphore à mesure que le métal est calciné.

Phosphoration du speiss.

Je n'insisterai guère sur la phosphoration du speiss, substance métallique que l'on obtient dans la fabrication du saffre, et que les chimistes regardent comme un alliage de plusieurs métaux dans lequel le nikel est dominant : aussi ai-je observé dans la phosphoration de ce mi-

néral les mêmes phénomènes que dans la phosphoration du nikel; et en le comparant, lorsqu'il est phosphoré, au *phosphure de nikel*, l'on ne peut les distinguer.

Phosphoration du molybdène, du tungstène et du Wolfram.

La rareté de ces substances et la difficulté de les réduire m'ont empêché de faire des expériences en grand sur la phosphoration de ces métaux; les essais néanmoins que j'ai faits m'ont mis à même d'observer,

1°. Qu'il y avoit un très-grand rapport entre les régules retirés de ces trois substances;

2°. Que le phosphore pouvoit leur être uni par les procédés que j'ai suivis dans la phosphoration des métaux.

Phosphoration du manganèse.

Le phosphore se combine très-bien avec le manganèse. J'indiquerai dans un autre Mémoire les procédés que j'ai suivis pour obtenir le régule du manganèse que j'ai soumis à la phosphoration. Je dois cependant avertir que plusieurs de ces régules tomboient en efflorescence à l'air tandis qne d'autres s'y sont conservés avec leur brillant métallique; les uns et les autres avoient été reduits de la même manière à un

feu à-peu-près égal et avec les mêmes substances: à quoi tiennent donc ces diverses propriétés?

Pour phosphorer le manganèse, j'ai fait fondre un mêlange de 500 grains de verre phosphorique et 4 grains de poudre de charbon, et de 300 grains de régule de manganèse, qui ne tomboit pas en efflorescence à l'air : le tout ayant été bien fondu, j'ai obtenu une substance métallique qui étoit du manganèse phosphoré : il s'est conservé à l'air sans s'effleurir; il est fragile, d'une couleur blanche, d'une texture grenue, très-disposée à la cristallisation.

Le manganèse phosphoré étoit recouvert d'une matière vitreuse d'une couleur jaunâtre opaque.

J'ai aussi phosphoré du manganèse en fondant parties égales de régule de manganèse et de verre phosphorique. Le produit de cette phosphoration ne différoit point de celui dont je viens de parler.

Faisant enfin rougir dans un creuset du régule de manganèse et y projettant ensuite de petits morceaux de phosphore, l'on parvient à phosphorer ce métal.

Ces deux dernières expériences ont été faites avec du manganèse qui tombait en efflorescence à l'air, mais dès qu'il est phosphoré, il s'y conserve sans s'y altérer sensiblement.

Le manganèse phosphoré m'a paru plus fu-

sible que le manganèse pur ; et lorsqu'on en fait fondre au chalumeau un petit morceau, l'on voit brûler le phosphore à mesure que le métal s'oxide.

Phosphoration de l'arsenic.

Margraff a examiné l'action du phosphore sur l'oxide d'arsenic.

Voici ce qu'il dit à ce sujet :

« J'ai mêlé demi-drachme de chaux d'ar-
« senic avec une seule drachme de phos-
« phore ; et après en avoir fait la distillation,
« j'ai observé les circonstances suivantes :
« 1°. l'arsenic se sublima, avec le phosphore,
« d'un rouge éclatant ; mais il y en avoit fort
« peu qui fût sous la forme accoutumée du
« phosphore : cela avoit plutôt l'air d'un subli-
« mé mixte. Au lieu de résidu, je trouvai une
« substance noirâtre, fragile, du poids d'en-
« viron huit grains, qui attira assez vîte l'humi-
« dité de l'air et se fondit ».

J'ai répété l'expérience de *Margraff*, et j'ai obtenu les mêmes résultats ; mais je ne regarde point ce sublimé rouge comme de l'arsenic phosphoré : ce sublimé rouge est du phosphore en partie décomposé, c'est-à-dire, uni à une portion d'oxigène qui lui a été fourni par l'oxide d'arsenic, parce que l'oxigène a une

affinité plus grande avec le phosphore qu'avec l'arsenic. Ce que je regarde comme de l'arsenic phosphoré est une substance brillante noirâtre, qui se sublime avec cette matière rouge et qui étant mise sur un charbon, brûle en répandant l'odeur de l'arsenic et celle du phosphore; la petite portion de résidu que l'on trouve dans la cornue est de l'acide phosphorique produit par l'union d'une petite portion de phosphore à une portion de l'oxigène de l'oxide de l'arsenic; mais, comme je viens de l'observer, la plus grande portion de l'oxigène que fournit l'oxide d'arsenic, forme, en s'unissant au phosphore, une combinaison toute particulière de couleur rouge et pouvant se sublimer. Le phosphore, dans cet état, est, relativement au phosphore, ce que l'arsenic blanc est relativement au régule d'arsenic : ce sera donc (si l'on peut donner le nom d'oxide à des substances qui ne sont point métalliques) de l'oxide de phosphore.

L'on peut obtenir de l'arsenic phosphoré en distillant un mélange de parties égales de régule d'arsenic et de phosphore; mais il faut dans cette distillation, bien ménager le feu; l'on obtiendra par ce moyen un résidu noir et brillant, dans lequel le phosphore se trouve en quantité : il faut conserver ce produit dans l'eau.

L'on unit aussi le phosphore à l'arsenic par la voie humide. J'ai mis dans un matras avec s. q. d'eau un gros de régule d'arsenic et un gros de phosphore; j'ai tenu le matras sur un bain de sable pendant quelque tems; le phosphore s'est fondu et s'est uni à l'arsenic. J'ai aussi obtenu l'union du phosphore et de l'arsenic, en mettant dans un matras un gros d'oxide d'arsenic et un gros de phosphore: procédant d'ailleurs comme je viens de l'indiquer dans cette dernière expérience, l'oxigène de l'oxide d'arsenic se porte sur le phosphore, d'où il résulte de l'acide phosphorique qui se dissout dans l'eau: l'oxide d'arsenic se trouvant ensuite à l'état de régule, se combine avec la portion de phosphore non décomposée.

Conclusion.

Il résulte de ces expériences et de celles dont j'ai rendu compte dans mes précédens Mémoires sur la phosphoration des métaux, que le phosphore peut, comme l'arsenic et le soufre, être uni aux substances métalliques; qu'à beaucoup d'égards il se comporte absolument comme l'arsenic.

Ces nouvelles combinaisons du phosphore avec les métaux pourront être désignées sous le nom de métaux phosphorés, ou, dans la nou-

velle nomenclature, de *phosphures métalliques*, de même que l'on désigne les combinaisons du soufre sous le nom de métaux sulfurés ou de *sulfures métalliques*; et d'après ces rapports, il faudra adopter une dénomination analogue, pour désigner les combinaisons des métaux avec l'arsenic en régule.

Il résulte aussi de quelques faits que j'ai exposés dans le cours de ce travail, que le phosphore peut être uni à des métaux oxidés ou calcinés; mais ces expériences demandent à être examinées avec plus de soin, parce qu'il peut arriver que dans les produits dont je parle, ce ne soit pas les métaux qui se trouveroient oxidés, mais bien le phosphore. Il est certain que l'on n'a pas encore fait assez d'attention aux divers états du soufre et de l'arsenic dans lesquels ils peuvent se trouver, dans les combinaisons que le règne minéral nous offre, non plus qu'à l'état des métaux combinés à ces mêmes substances, soit en nature ou bien dans un état d'oxidation. Toutes ces combinaisons cependant, de même que celles du phosphore, doivent exister parmi les produits du règne minéral; car certainement la nature n'est pas en arrière de ce que l'art peut faire. Si ces dernières réflexions méritent quelqu'attention, alors on jugera quel peut être l'intérêt du travail que je viens de présenter.

Il paroît d'abord peu important de savoir que le phosphore peut être uni à tel ou tel métal; mais que l'on se rappelle que le célèbre Bergmann avoit cru voir un métal nouveau dans l'union du phosphore avec le fer. Dans ce moment même, des naturalistes distingués ne croient à la métallisation de plusieurs terres, que parce qu'ils ne sont pas bien convaincus que la substance métallique qu'ils en séparent est du phosphure de fer. De telles erreurs n'auront certainement pas lieu lorsqu'on sera bien familiarisé avec ces nouveaux produits.

Il me reste à examiner les combinaisons du phosphore avec les terres et les alcalis : ce sera le sujet d'un Mémoire particulier.

DESCRIPTION

De la Vallée du Gave Béarnois dans les Pyrénées;

Par M. REBOUL(*a*).

LES Pyrénées ont été jusqu'à nos jours négligées de la plupart des naturalistes, et ont paru

(*a*) Extrait d'un Mémoire lu à l'académie des sciences de Paris en 1788.

long-tems n'être ouvertes qu'aux seuls amateurs de la botanique. On n'a commencé que depuis un petit nombre d'années à en étudier la forme, la disposition, la hauteur, la nature et les phénomènes. Ces objets n'ont pas plutôt fixé l'attention des savans, que leurs opinions se sont partagées, et le petit nombre d'écrits que l'on a publiés sur ces montagnes forment déjà deux classes très-distinctes et très-contradictoires, dont l'une les représente comme disposées avec ordre et soumises à la loi d'un systême, et l'autre n'y observe qu'une confusion étrange et un chaos inexplicable. Je suis éloigné de croire qu'il suffise de parcourir rapidement des vallons et des sommets qui se ressemblent tous aux yeux du vulgaire, ou même de porter un œil rapide et passionné sur ces masses, pour en saisir l'organisation, et en déterminer les rapports et l'ensemble. Aussi ai-je eu la précaution d'écarter ces grandes vues de la simple description que je vais présenter. J'ai cru cependant pouvoir discuter quelquefois les rapports qu'elles offrent avec les opinions connues, sans prendre l'engagement de réfuter aucun systême, ou de lui en substituer quelqu'autre non moins incertain. Si quelque considération peut m'excuser d'écrire sur ces grands objets, ce sera peut-être d'avoir borné mon choix à ceux que j'ai

observées le plus constamment et à trois différentes reprises, pendant le cours de trois voyages.

Le torrent qui porte le nom de Gave de Pau parcourt depuis sa source près des limites de l'Espagne, jusqu'à la petite ville de Lourde, une vallée qui se dirige du sud au nord sur une longueur d'environ dix lieues. Cet espace qui forme son lit dans l'intérieur des Pyrénées, ressemble moins à une vallée dans la majeure partie de son étendue, qu'à une entaille étroite et profonde, dont les flancs sont souvent coupés à pic d'une hauteur effrayante, et dont le fond est toujours couvert d'une eau écumeuse. Cette longue coupure se termine, ainsi que plusieurs de ses branches, aux sommets les plus élevés des Pyrénées, et elle reçoit les eaux qui distillent sans cesse de leurs neiges durcies. Sa division géographique est en deux vallées, dont l'une plus voisine de la plaine est appelée Lavedan, et dont l'autre ne fait que partie de la contrée qui porte le nom de Barèges.

On pourrait croire que cette vallée n'est point l'une des principales des Pyrénées, parce que sa direction n'est point conforme à celle de sa chaine entière. Les observations de MM. Bouguer, de Saussure et Pallas semblent démontrer que les Cordilières, les Alpes, les monts Oural

et Altaï sont en effet formés de plusieurs chaînes parallèles séparées par de grandes vallées qui méritent bien le nom de longitudinales, et auxquelles se joignent de droite et de gauche des vallées moins étendues qui vont se perdre dans l'intérieur des montagnes. La France elle-même nous présente un exemple frappant de cette disposition régulière dans cet intervalle montagneux qui sépare l'Auvergne du Languedoc, et le lit de la Dordogne de celui du fameux canal de Riquet. Quelques écrivains ont aussi voulu soumettre les Pyrénées à cette loi qu'ils regardent comme universelle.

J'avoue qu'il m'a été impossible de reconnaître, dans tout le terrain que j'ai parcouru, aucune trace de vallée longitudinale. Celle du Gave Béarnois coupe à angles droits la direction de la chaîne dans l'une de ses plus grandes largeurs et jusqu'à sa plus grande hauteur. Or, si en la suivant j'ai trouvé plusieurs fois à ses côtés d'autres vallées dans la direction de l'est à l'ouest, ou réciproquement, celles-ci ont toujours beaucoup moins d'étendue, et se terminent par une extrêmité aux rochers élevés dont elles reçoivent les eaux, et par l'autre à la vallée transversale qui les réunit toutes. Il est d'ailleurs aisé de se convaincre, en jettant les yeux sur une carte des Pyrénées, que les eaux cou-

rantes les ont sillonnées du nord au sud et du sud au nord, et que de tous les torrens qui concourent à produire en France la Garonne et l'Adour, et à grossir l'Ebre en Espagne, il en est bien peu qui se dirigent de l'est à l'ouest, ou réciproquement. Or il serait contraire à tous les principes de la saine physique de croire que les eaux eussent rompu des digues immenses et déchiré le sein des montagnes, plutôt que de suivre paisiblement jusqu'à la mer un lit vaste et préparé pour les recevoir.

Le Gave qui s'est dirigé vers le nord jusqu'à Lourde, et a semblé se précipiter vers la plaine par la voie la plus courte, se détourne tout-à-coup à son approche, en se repliant vers l'ouest, jusqu'à former un angle peu obtus; il suit quelque tems la direction de la chaîne, puis s'en écarte obliquement, et va se joindre à l'Adour en traversant le Béarn, où il baigne les murs de sa capitale. On est d'abord porté à présumer que la rencontre de quelque masse pierreuse très-dure et difficile à entamer, a pu opposer au courant de ses eaux une digue capable d'en soutenir l'effort, et de les faire rejaillir contre des roches latérales qui ont cédé à leur violence, et leur ont ouvert un lit plus facile; mais cette présomption est bien affoiblie, peut-être même détruite par deux consi-

dérations si frappantes. L'une est que les dernières montagnes qui séparent le Gave de le plaine, ne sont composées que de matières feuilletées et de grands entassemens de cailloux roulés ; que ces schistes paroissent même d'un tissu bien moins compacte et solide que ceux de l'intérieur des montagnes ; enfin que leurs feuillets sont pour la plupart dans des directions confuses, irrégulières, et semblent attester que leurs masses ont été bouleversées et arrachées du lieu de leur origine.

L'autre considération non moins puissante est que la plupart des autres torrens subissent de semblables détours à leur sortie des montagnes, et que cette irrégularité apparente dans le cours du Gave est presque l'effet d'une loi générale pour les eaux qui découlent des Pyrénées dans une direction perpendiculaire à celle de la chaîne. On peut en effet remarquer cette déviation aux gaves d'Osseau et de Pau, à la Neste d'Aure, à la Garonne, à l'Oriège et même à Laude, qui ne la subit qu'après son entière sortie des Corbières. Il seroit trop long de détailler ici les nombreuses observations qui peuvent conduire à déterminer la cause de ce phénomène, mais je ne puis m'empêcher de faire pressentir ce dont le développement exigeroit un autre mémoire.

Les ruines amoncelées et la quantité de cailloux roulés qui forment ces digues naturelles, invitent sans doute à penser que ce sont les torrens eux-mêmes qui ont comblé leur lit et obstrué leur passage, mais on ne peut concevoir que cet effet ait pu avoir lieu que dans des tems très-reculés, et avant l'entière excavation des vallées. Peut-être paroîtra-t-il naturel d'imaginer que les masses ont été produites par le conflit des eaux qui se précipitaient des montagnes et des flots de la mer, lorsqu'elle recouvroit encore les plaines.

Ainsi celle de Tarbe que l'on traverse pour se rendre à Lourde, et qui semble placée à l'issue de la vallée du Gave, ne reçoit point ses eaux; et malgré sa vaste étendue n'est arrosée par aucun des grands torrens des Pyrénées, c'est-à-dire de ceux qui prennent leur source au centre de la chaîne et aux limites de l'Espagne. Cette plaine offre le contraste le plus frappant avec les rochers sauvages qui lui servent comme de rempart. Les eaux vives qui en descendent par plusieurs bouches conduites et divisées en mille canaux, portent la fécondité dans toute son étendue, y émaillent les prairies d'une verdure toujours fraîches, couvrent les sentiers et les bois d'un ombrage que le soleil ne pénètre point. Les villages y four-

millent, mais ils n'ôtent point à ce beau pays l'aspect riant et champêtre d'un jardin; on n'y voit point ces rues étroites et infectes, ces cavernes souterraines et ces maisons branlantes et entassées, qui font ressembler la plupart de nos villages à des prisons mal saines; ce sont plutôt des assemblages de chaumières et de maisons rustiques éparses sans confusion et mêlées de petits jardins, de grouppes d'arbres et d'aires pour vanner le bled. Un ruisseau conduit par la nature ou amené par les soins de l'art, serpente au milieu de ces paisibles habitations, et la pointe de leurs rochers se perd dans les feuillages.

J'ai observé en plusieurs endroits de cette vaste plaine, que son sol est mêlé, même à une profondeur de plusieurs toises, d'une immense quantité de cailloux arrondis de granites et autres roches dures. Les eaux qui ont détaché ces roches des montagnes, ont entraîné avec elles les détrimens terreux des substances argilleuses et calcaires, et d'autres pierres d'un tissu peu compacte et friable. C'est à leur décomposition qu'est due la couche de terre dans laquelle sont entassés les cailloux qui ont résisté à l'action du tems et des élémens. On ne peut pas raisonnablement supposer que deux petites rivières, dont le lit ne passe jamais la largeur de 30 ou

40 toises, aient couvert uniformément de cailloux roulés une surface de plusieurs lieux de diamètre ; il faut donc supposer que les eaux qui viennent des Pyrénées ont pu, à certaines époques, rouler également sur toute la plaine de Tarbes, ou que, lorsque la mer couvroit encore le sol de cette plaine, ses vagues charrioient et dispersoient par-tout les fragmens des roches siliceuses, à mesures qu'ils arrivoient par les gorges des montagnes. Cette dernière opinion paroît la plus probable et plus conforme à la masse des observations géologiques. On est porté néanmoins à croire, d'après l'inspection des lieux, que les eaux y ont coulé autrefois divisées dans un plus grand nombre de courans. En effet on remarque dans ce sol pierreux des espèces de ravins ou plutôt de longs sillons qui ressemblent au lit abandonné de torrens qui n'existent plus. Un de ces sillons borde exactement la plaine, et la sépare des premières collines dont il suit les sinuosités.

Il n'est point naturel d'imaginer que ces sillons peu larges et peu profonds aient été tracés par des courans marins ; il répugne sur-tout de penser que la mer, en heurtant contre ses bords, au lieu d'y entraîner les matières qu'elle déplace, et d'y former des attérissemens, ait creusé un canal sinueux à la manière des torrens et des

rivières. Au reste, je suis bien éloigné de vouloir révoquer en doute le séjour des mers sur la terre habitée, que tant d'observations concourent à démontrer. Il m'a semblé au contraire reconnoître ici des indices de cet ancien séjour, et les attérissemens que supposois tout-à-l'heure devoir exister, se présentent en effet, ils forment la première suite des collines qui s'élèvent dans la plaine et en quelque sorte le premier gradin de ce vaste amphithéâtre des Pyrénées. Ces collines ne sont que des amas de cailloux entassés dans la terre végétale; derrière elles s'élèvent d'autres monticules où la terre végétale recouvre des couches d'une ardoise, dont les feuillets offrent dans leurs plans mille directions bisarres. A mesure qu'on s'enfonce dans les montagnes, on voit cette pierre perdre sa couleur noire et devenir friable; plus loin, elle prend la forme de couche, et est mêlée de schistes calcaires: autour de Lourde on voit, entre les feuillets de ces schistes, des bancs de marbre de différentes nuances, qui toutes approchent du gris noirâtre, et qui réunissent quelquefois aux propriétés communes des pierres calcaires une dureté suffisante pour étinceler avec l'acier. Lourde est séparée du Gave par une vaste croupe de schiste calcaire où l'eau a laissé des empreintes profondes de son passage.

Ses bancs paroissent se diriger de l'est à l'ouest, et s'incliner un peu vers le sud. Cette roche est d'une couleur grise souvent voisine du noirâtre ; elle est quelquefois mêlée de feuillets d'une argile noire comme l'ardoise et onduense au toucher comme la stéatide. On a ouvert dans l'intérieur de ses couches une carrière de marbre fissile qu'on emploie à l'ornement et quelquefois à l'entière construction des maisons. Les premières montagnes sont, comme nous l'avons déjà annoncé ; composé de schistes argilleux : celles du côté de l'est qui, quoique plus éloignées du Gave, montrent mieux à découvert leur composition par les débris et les escarpemens, sont surmontées de masses calcaires qui se prolongent ensuite jusqu'au fond de la vallée, et sont de nouveau remplacées par le roc argilleux. Dans cette alternative il est aisé de se convaincre que les substances argilleuses servent de bases aux calcaires ; celles-ci forment la plupart des sommets ; leurs éboulemens ont comblé plusieurs ravins et recouvrent le flanc des montagnes.

Je ne fatiguerai point le lecteur du dénombrement inutile de tous les bancs pierreux de ces substances qui se succèdent le long de la vallée, et prenant seulement le résultat de mes observations, je me bornerai à dire que depuis

Lourde jusqu'à Luz, les parois de la gorge sont alternativement composées de matières argilleuses et calcaires, quelquefois sous la forme de couches diversement inclinées, mais plus souvent fissiles, montrant des feuillets de différentes grandeurss et d'un tissu plus ou moins compacte. Les schistes hétérogènes sont presque toujours entassés et superposés dans la même montagne, mais en plusieurs endroits un seul genre prédomine. Ainsi les pierres feuilletées sont plus généralement calcaires auprès d'Aisac, d'Argèles, de Viscos; argilleuses à Pierresite, Soulon, Saligos et dans les hauteurs du vallon de Luz.

Quelques-uns de ces schistes argilleux plus durs et plus compactes que les autres affectent une texture spathique qui donne à leurs masses tronquées des formes régulières, et les fait ressembler tantôt à des prismes à plans rhomboïdaux, tantôt à des cubes entassés disposés en gradins comme la roche que les suédois appellent *trapp*. L'eau qui suinte à travers les joints de leurs feuillets, rompt les liens de leur union; elle dissout et entraîne les parties ferrugineuses qui y sont abondamment répandues; celles-ci sont réduites en ochre, dès qu'elles ont le contact de l'air, et colorent d'une teinte jaune l'eau qui les emporte dans son cours. La surface de ces schistes est aussi quelquefois recouverte d'ef-

florescence d'alun et de vitriol. Leur substance est souvent pénétrée de quartz et d'autres matières siliceuses, soit en rognons, soit en petites bandes, soit enfin en stalactites. L'espèce d'uniformité qui semble exister dans la composition de ces masses, ne se trouve nullement dans leur disposition; on chercheroit en vain dans leurs couches une direction et une inclinaison générale et constante, on pourroit tout au plus hasarder à ce sujet de légères conjectures; mais si l'ordre primitif de ces montagnes est dérobé à l'œil de l'observateur, on trouve à chaque pas des indices certains, des marques évidentes de la manière dont il a été altéré ou détruit.

Je reconnus d'abord que les mêmes cailloux, les mêmes débris de marbre et d'ardoise qui couvroient le fond de la vallée, et que le Gave entraîne et remplace sans cesse, se trouvent aussi à plusieurs toises au-dessus de son niveau. Je voyois quelquefois les sédimens fluviatiles recouverts et ensevelis sous de grandes masses de pierre feuilletée adhérente à la montagne; levant ensuite les yeux, j'observai que de l'un ou de l'autre côté du torrent, les flancs des montagnes étoient souvent couverts et comme plaqués de semblables masses de schiste dont les couches et les feuillets offroient toujours des directions contraires à celles des schistes

de même nature, auxquels ils étoient adossés. Les eaux du torrent, qui ont sans doute renversé ces couches sur elles-mêmes, y ont déposé des marques de leur passage; elles ont abandonné, engagé sous ces débris mêmes, à de grandes hauteurs, des blocs énormes de granit que le voyageur surpris voit pendre sur sa tête; de pareils blocs arrondis et usés couvrent le fond de la vallée, et opposent quelquefois au torrent une digue qui le fait jaillir et retomber en écume; enfin j'ai suivi les traces de ce courant aux différentes hauteurs des parois du canal où il coule aujourd'hui à plusieurs centaines de toises de profondeur. Il a dû les parcourir toutes successivement en creusant et retrécissant son lit et augmentant sa vîtesse.

Les crêtes des sommités qui forment les bords les plus élevés de la gorge, sont escarpées dans la direction du courant. J'ai apperçu quelquefois des portions de montagnes séparées de la crête ou du sommet principal, et dont les eaux semblent en avoir fait des espèces d'îles, en creusant autour d'elles un fossé profond, où l'on voit fort bien les angles saillans de l'île correspondre aux angles rentrans de la montagne : au reste la vallée n'a pas sans doute conservé toujours la forme d'un canal évasé, et la position de ces couches

schisteuses repliées sur la montagne indique qu'elles ont dû long-tems demeurer en surplomb, et enfin se détacher autant par leur propre pesanteur que par l'action destructive des élémens. M. de Saussure a remarqué dans les Alpes des bancs verticaux adossés aux escarpemens de la plupart des montagnes à couches horisontales ou peu inclinées à l'horison; mais il les regarde comme le produit de nouveau sédimens déposés contre le flanc de ces montagnes. C'est cette assertion que M. de Buffon a si vivement reprochée aux célèbres voyageur des Alpes, et on ne peut guère en effet se familiariser avec l'idée d'un dépôt successif et régulier, qui s'est formé sur un plan presque perpendiculaire à l'horison.

Dans la partie de la vallée où s'observent ces phénomènes, on marche toujours entre deux montagnes resserrées dont les nuages dérobent souvent les cîmes, mais par-tout où les eaux de quelque torrent considérable viennent se réunir à celles du Gave, il s'est formé un bassin d'une étendue moyenne, qui ne fut d'abord vraisemblablement qu'une grande mare d'eau semblable à ces lacs qui existent encore dans le sein des Pyrénées et des Alpes. Ainsi on voit, à une lieue avant Argelès, les montagnes s'écarter, se replier en un vaste circuit,

et entourer, comme d'une muraille stérile ruineuse, des prairies arrosées par mille canau et par le brouillard des cascades; des côteaux où l'on voit s'élever parmi les vergers et le bois; des villages ornés de marbre, des châteaux majestueux et les délicieuses habitation de quelques moines fortunés.

Le penchant qui borde ce vallon du côté de l'est, n'est creusé que par quelques ravins très inclinés, dont les eaux se précipitent en écume et disparoissent, avant d'arriver au bas de la montagne, sous l'ombre des bois et d'une foule d'habitations rustiques : mais le penchant de l'ouest, plus profondément excavé par les torrens, présente les issues de trois autres vallées, dont les deux principales vont prendre leur origine aux limites de l'Espagne; l'autre, plus voisine de la plaine, est à-peu-près dirigée de l'est à l'ouest. Elle s'appelle *Estrem de Sales*, et joint ses eaux à celles du Gave un peu au-delà de l'extrêmité intérieure de ce grand bassin qu'elle a concouru à former. C'est au centre du bassin, auprès du village d'Argelès, que le Gave d'Azun arrive avec fracas, et c'est à son extrêmité supérieure que le Gave de Cautères s'y précipite en sortant d'une gorge dont l'aspect frappe d'étonnement et d'horreur. Le cours de ces deux Gaves est auprès de leur embou-

ture oblique à celui du Gave principal ; mais ils se replient ensuite vers le centre de la chaîne et deviennent presque parallèles. Auprès de Luz se découvre un autre bassin où se joignent les eaux du Gave à celles du torrent de la Lise qui n'a creusé qu'un ravin, et à celles du Bastan qui descend d'un vallon très-évasé dans la direction de l'est à l'ouest, où se trouvent les eaux minérales de Barèges. Ce nouveau bassin n'offre que le spectacle d'une vaste prairie bordée de montagnes prodigieuses. Je n'entreprendrai point de rien ajouter ici touchant ces diverses branches de la vallée du Gave Béarnois ; chacune d'elles exigeroit une description détaillée, soit à cause de son étendue, soit à cause de la variété de ses phénomènes.

De Luz à Gavarnie le Gave se trouve de nouveau resserré dans une gorge étroite où les montagnes paroissent encore s'élever et les abimes s'enfoncer ; ses eaux ne coulent plus qu'en cascades bruyantes, et quelquefois le voyageur, qui les voit écumer sous ses pieds du haut du sentier tracé sur la montagne, entend à peine un murmure lointain. On y remarque de nouveau les phénomènes, décrits ci-devant des pierres feuilletées renversées de leur première direction, des bancs entiers courbés et brisés dans leur chûte, des débris granitiques arrondis

par les eaux, déposés à de très-grandes hauteurs dans le fond des ravins où le courant n'existe plus. Jusqu'au bassin de Luz les roches des montagnes ont montré un tissu feuilleté et se sont succédées en grande masses, dont les unes de nature argilleuse ont paru toujours servir de base à celles dont la substance est calcaire; mais dans le vallon qui conduit à Gavarnie, tout cet ordre est renversé, et les montagnes changent de face aux yeux du minéralogiste; il y voit avec surprise, dès l'entrée, des masses énormes toutes composées de bancs alternatifs de schiste argilleux et de schiste calcaire. Ces bancs qui ne sont pas disposé dans une parfaite régularité, et dont la direction et l'inclinaison varient quelquefois, n'ont jamais moins d'une toise d'épaisseur. C'est sur-tout au passage de l'Echelle qu'on peut observer aisément leur étrange alternative, qui y est répétée cinq ou six fois; ils forment la base et la subtance de la montague de Bergons située au confluent de la Lise et du Gave, laquelle ne présente vers l'ouest que des rochers escarpés et des forêts presqu'inaccessibles, et dont le penchant vers l'est plus doucement incliné est recouvert jusqu'au sommet d'une belle pelouse verte toute semée de petits bouquets de fleurs rouges et bleues, dont l'odeur est très-suave. Ce sommet

met peu visité des curieux est pourtant le plus voisin des habitations les plus fréquentées, le plus facile à atteindre sans descendre de cheval, et, j'ose dire, celui dont le spectacle offre le plus d'objets pittoresques, de contrastes frappans et de formes extraordinaires. Quoique la verdure recouvre entièrement cette montagne sur les penchans de l'est, du sud et même du nord, il est aisé de se convaincre, soit dans les ravins, soit dans les éboulemens, que les matières calcaires et argilleuses sont répandues dans toute sa masse, et qu'elle renferme aussi beaucoup de blocs quartzeux et siliceux. On observe dans ses racines les plus profondes, à l'entrée de la gorge et auprès de Luz, une roche très-compacte, dont la cassure présente une couleur verte un peu terne, et dont la surface polie paroît tachetée comme la peau d'un serpent; elle est en tout point semblable à celle qui compose une grande partie des montagnes de la vallée d'Aspe, et que M. Palassau a désignée par le nom d'ophite. Sa nature et ses propriétés sont celles de la roche de corne, ses qualités extérieures sont celles de la serpentine (1).

---

(1) Je dois rappeler ici ce que j'ai remarqué au sujet de cette roche dans des notes sur un voyage de Béarn.

Le quartz et la stéatite sont très-abondamment répandus, quoiqu'en très-petites masses, dans la montagne de Bergons; ils s'y trouvent en noyaux applatis et veines courtes et irrégulières; ces roches y sont toujours mêlangées et se présentent sous des formes qui varient suivant le degré de leur altération. C'est surtout ce qu'on peut observer à la carrière de Rion-Maou. Les bancs de pierre calcaire schisteuse qu'on y exploite pour les calciner, portent sur

---

On a donné le nom de serpentine a toutes les roches dont le tissu poli ressemble a la peau tachetée d'un serpent, et on est tombé dans l'inconvénient de toutes les nomenclatures fondées sur les apparences extérieures des corps, celui de confondre des substances de nature et de composition différentes. Il y a en effet trois espèces de serpentines bien distinctes : l'une est un vrai porphyre à base de jaspe. Telles sont les serpentines vertes et noires antiques (voyez Ferber, Lettres sur la Minéralogie, page 337). C'est aux serpentines porphyres qu'on donne communément le nom d'Ophite (voyez les nomenclatures de MM. Bucquet, Fourcroy, Mougès et autres.) La pierre ollaire ou stéatite dure forme la base de la seconde espèce, et peut-être n'est-elle jamais entièrement absente des deux autres : aussi presque toutes les nomenclatenrs ont-ils mis la serpentine dans la classe des ollaires et stéatites. Enfin la troisième espèce est presqu'entièrement de la nature du trap et de la roche de corne spathique ou horn-blende, et c'est de cette dernière qu'il est ici question.

cette roche de corne verte qui se rapproche si fort de la nature de la stéatite. La substance de cette pierre a pénétré les parties calcaires qui en sont les plus voisines, et celles-ci imprégnées d'un suc verdâtre exhalent l'odeur de la roche de corne. Tous les bancs supérieurs sont interrompus par des nœuds de quartz et de substances vertes de nature argilleuse et magnésienne, qui offrent tantôt une cassure grenue avec tous les degrés de molesse et de dureté, et tantôt le tissu spathique de la horn-blende, ou la forme feuilletée et le poli onctueux de l'argile savoneuse. La plus verte, la plus pure de toutes vient en efflorescence sur des masses de spath calcaire rhomboïdal entrelacé de cristaux de quartz ; dans cet état elle ressemble parfaitement à cette terre verte qui incruste souvent les cristaux de roche, et se mêle dans des lames rectangulaires du schorl blanc ou les filets de l'amianthe. Quelques-uns lui ont donné le nom de terre micacée ou scorlacée, quoiqu'elle se prodnise sur des roches où l'on ne voit pas un atôme de schorl ou de mic. Elle se trouve plus communément sur les roches mêlées de stéatite dure où cette substance verdâtre paroît se décomposer et perdre son tissu compacte et luisant.

Les fissures remplies de cette stéatite pulvé-

rulente renferment, parmi les cristaux de quartz et de spath calcaire, d'autres cristaux très-petits dont la forme approche beaucoup de celle d'un parallélipipède, quoiqu'elle soit en effet une portion de prisme octogone coupé en angles droits. Ils se comportent aux épreuves chimiques comme les zéolithes qui n'ont point la propriété d'être réduites en gelée par l'acide nitreux.

Enfin les bancs intérieurs de l'excavation de Riou-Maou, contiennent des grains et des rognons épars de nikel. Plusieurs fragmens que le pic a détachés, et qui sont restés exposés à l'air, après avoir servi à la construction du four à chaux, se sont recouverts de belles efflorescences cobaltiques rouges, bleues et violettes.

Les montagnes qui sont de l'autre côté du Gave, et qui le séparent de celui de Cautères, s'élèvent à une hauteur prodigieuse, et montrent sur leurs sommets le granit à découvert, mais leur croupe est flanquée de substances argilleuses et calcaires où les sapins ont trouvé l'aliment nécessaire à leur végétation. Celle d'où jaillissent les eaux minérales de Saint-Sauveur, porte le nom de Pic de Lase. La petite butte sur laquelle est bâti le hameau des bains, est aussi composée de bancs alternatifs de pierre calcaire noirâtre, très-fissile et d'argile feuilletée.

Ces matériaux qui se rapprochent si fort de ceux de la montagne de Bergons par leur nature et leur disposition réciproque, affectent une direction toute contraire, et leur position presque verticale peut faire soupçonner qu'ils ont été arrachés des flancs de cette montagne. L'un des bancs argilleux est entièrement composé d'une stéatite très-douce au toucher, dont les feuillets sont interrompus par des nœuds de quartz et de roche verte, et parsemés d'efflorescences ferrugineuses et de grains pyriteux. On sait, depuis les travaux les plus modernes de la chimie, comment un courant d'eau, passant à travers ces substances, peut s'imprégner d'un fluide aériforme composé de gaz hydrogène et de soufre, lequel est dû à la décomposition d'une portion de l'eau et des pyrites qui fermentent ensemble. Telle est sans doute l'origine des eaux hépatiques de Saint-Sauveur qui ne contiennent qu'une dose insensible de principes fixes, et dont la température est 28° du thermomètre français.

Au-dessus de Bergons et des masses qui lui sont parallèles, les substances calcaires ne se montrent guère plus en grandes masses que sur les sommets, d'où leurs débris descendent jusqu'au Gave; les argilleuses prennent insensiblement un caractère plus pierreux, et sont

ensuite remplacées par des roches de nature siliceuses, dont les variétés suivent toutes les nuances qu'on observe entre la roche de corne et le pétro-filex. On n'y voit plus s'alterner ces bancs entiers de schiste hétérogène, mais les mélanges en petites masses y sont multipliés à l'infini, et c'est là sur-tout que la nature semble avoir voulu se jouer des naturalistes, en amalgamant ensemble les substances qu'ils ont le plus soigneusement distinguées sous les noms hypothétiques de substances primitives, secondaires, tertiaires. Au pont de l'Artigue, la roche de corne mêlée de stéatite et étincelant avec l'acier, est recouverte d'incrustations spathiques qui ont tellement pris sa couleur et pénétré sa substance, qu'on ne peut distinguer la ligne qui sépare ces deux pierres de nature si différente. On trouve auprès de Trimbareille des blocs de roche siliceuses où le quartz est traversé de cristaux de spath calcaire et de feuillets argilleux ; auprès de Scio le torrent qui descend du lac de Lithouèse roule des fragmens où le marbre est enfermé dans la roche de corne verte ; on voit, dans le lit de la rivière jusqu'à Gavarnie, des cailloux où la roche de corne, la stéatite feuilletée, le quartz et le spath se croisent et se pénètrent mutuellement. Auprès de Gédre et de Gavarnie la roche granitique

se montre encaissée entre des bancs de marbre grossier, et serpente quelquefois à travers leurs substances en ondes irrégulières.

Au mont de Brada la roche de corne forme la base d'un porphyre noir très-singulier, que M. de la Peyrouse a décrit avec beaucoup d'exactitude.

A Gèdre le Gave reçoit les eaux de Héas, lieu devenu célèbre et enrichi par la dévotion espagnole. A peine a-t-on passé le torrent, que le granit commence à paroître. Le Gave roule ses eaux sur cette base qu'il entame difficilement: aussi son lit est-il plus large et la gorge moins profonde, le granit se montre d'abord en terre sous de grandes montagnes oalcaires. Du côté de l'ouest il est presque toujours recouvert de ces masses qu'on distingue de loin à leur teinte grise et blanchâtre mêlée de fillons d'un rouge peu foncé. A l'est les montagnes calcaires laissent le granit à découvert, et lui demeurent comme adossées. Celles qui leur succèdent offrent des marques effrayantes de décrépitude; leurs crêtes sont démantelées, et leurs fllancs sont lésardés et hérissés de rochers suspendus. Le fond de la vallée semble enseveli sous les débris de cette montagne à demi écroulée. On trouve, parmi les ruines, des blocs de plusieurs milliers de pieds cubes. Le Gave les couvre quelquefois

de ses eaux, se précipite dans les intervalles qu'ils laissent entr'eux, et renaît comme sous une voûte affaissée. Plusieurs de ces lambeaux affectent sur leurs plans la forme de parallélogrammes et des rectangles; mais ceux que l'on voit encore attachés au corps de la montagne, sont pour la plupart pyramideux, et sa crête est formée d'une suite de ces pyramides granitiques. Toutefois on ne peut pas se refuser à voir que le granit est disposé en couches très-distinctes qui paroissent surmontées, dans quelques points des sommités, de bancs calcaires. La direction de ces couches granitiques n'est pas constante dans toute la masse ; elles semblent s'incliner vers le sud-ouest du côté de Gavarnie, et vers le nord-est du côté de Gedre. Quoique leur substance soit mêlée de plusieurs roches hétérogène, elle est généralement composée de quartz, de feld-spath et de mica ; mais ces deux substances y sont dans un état frappant de décomposition ; et semblent quelquefois réduites en chaux de fer.

Au-delà de leurs débris, dont l'amas est désigné par les montagnards sous le nom de *Peyrade*, et sous celui de *Cahos* par les gens du monde, le granit est de nouveau surmonté de substances calcaires. Il sert de base aux pics coniques de Caumelie et de Primené. Cette base

forme elle-même une vaste montagne qu'on appelle *Allans*; ses roches, d'un granit ferrugineux et sombre, sont entourées d'une couronne blanchâtre et calcaire, où végétent quelques sapins épars: Gavarnie est à ses pieds.

C'est à une légère distance de ce village, que se termine la vallée du Gave Béarnois, ou plutôt qu'elle prend naissance avec le torrent qui l'a formée. On apperçoit de loin les vastes sommets et les champs élevés de neige et de glace d'où les eaux se précipitent; on reconnoît ensuite qu'ils ne forment qu'une montagne ou plutôt une masse énorme par sa hauteur et son volume, composée d'une même matière, et qui, placée sur une base vers laquelle on n'a cessé de monter pendant l'espace de dix lieues, s'élève tout-à-coup de sept à huit cens toises, et domine au loin toutes les montagnes qui l'entourent. Les différens sommets dont elle est couronnée se présentent sous mille formes bisarres; ce sont des pyramides irrégulières et de vastes cylindres, ou des cones tronquées près de leur base, qui ressemblent assez à des tours écrasées. Les crêtes qui sont formées du prolongement de ces sommités, sont autant de murailles inaccessibles bordées d'un long tas de ruines ou d'un large fossé de neige glacée, et quelquefois interrompues par des brèches profondes.

On ne peut appercevoir tous ces objets du fond de la vallée, et il faut s'élever sur quelque hauteur voisine, telle que le sommet de Bergons ou celui de Pimené, pour embrasser toutes les parties de ce vaste tableau. En remontant vers les sources du Gave qui en occupent le centre, on pénètre par une coupure peu profonde dans une prairie de forme ovale assez régulière bordée à l'est et à l'ouest par des hauteurs plantées de sapins et de hêtres, et au sud par un amas de rochers écroulés et par les sommets que je viens de décrire. Le Gave y serpente sur un lit de sable et de cailloux, et reçoit les eaux qui descendent, en écumant, des hauteurs voisines; il se fraie un chemin vers cette prairie parmi les débris entassés qui la bornent au sud, et qui la séparent d'un autre bassin non moins vaste, où le torrent commence son cours, et où la montagne s'élève tout autour en un rapport inaccessible.

On peut prendre une idée légère et imparfaite de cette majestueuse enceinte, en la figurant comme un amphithéâtre moins remarquable par la vaste étendue de son arêne que par la hauteur prodigieuse de ses murs qui, par-tout bordés de parties saillantes, d'échancrures profondes, et hérissés de rochers dont la mine est prochaine, se sont entièrement écrou-

lés du côté du nord; elle est couronnée vers le sud par deux sommets cylindriques recouverts d'une croûte épaisse de neige endurcie, et que leur forme a fait nommer tours de marbre. Au-dessous se succédent, en forme de gradins, de vastes plattebandes d'une neige qui ne disparoît jamais, et qui ne cesse point de se fondre insensiblement. Les eaux produites par cette stillation continuelle se divisent en sept ou huit petits torrens qui naissent sous ces lits de glace, et roulent sur le penchant rapide de la montagne ou jaillissent en cascades, quand elle se trouve coupée à pic. L'un de ces torrens venant du côté de l'est, et dont le volume surpasse celui de tous les autres ensemble, se précipite du haut d'un rocher qui s'avance en saillie et tombe avec un bruit horrible à plus de 1200 pieds de profondeur. Ses eaux, divisées dans les airs et réduites comme en poussière, forment autour de la cascade un brouillard suspendu qui dérobe aux yeux du spectateur tout son volume et la vitesse de sa chûte. L'arêne où se réunissent toutes ces eaux et où commence le Gave, et de forme irrégulière; sa surface inégale offre tantôt de grands plateaux de neige, des blocs de rochers écroulés et d'autres débris atténués et réduits à l'état terreux où végètent de belles plantes que le soleil éclaire à peine. Le Gave, en

tombant sur les amas de neige, y a creusé un gouffre au fond duquel le soleil avant son déclin peint le cercle coloré de l'iris. Les eaux disparoissent sous la neige et renaissent ensuite comme sous un pont étroit ou sous la voûte d'un aqueduc; elles serpentent, se replient à travers les ruines amoncelées, et surmontent les obstables qui s'opposent à leur sortie.

Si l'aspect magnifique et la beauté sauvage de cette enceinte sont difficiles à représenter, sa structure n'en est pas moins facile à saisir; et dans ce lieu qui semble fait pour le tourment du peintre de la nature, elle se découvre sans peine aux yeux de l'observateur et de l'historien. « La grande enceinte de la cascade de » Gavarnie, dit M. d'Arcet, fut un lac autre- » fois : l'aspect des lieux fait naître naturelle- » ment cette idée. Dans la suite les rochers qui » la fermoient sur le devant, s'étant détruits, » les eaux se sont écoulées et perdues. »

On ne peut se refuser à croire avec M. d'Arcet que l'enceinte des cascades de marbre n'ait été autrefois un lac. Le nombre et l'étendue de ces amas d'eau diminuent tous les jours dans les Pyrénées comme dans tout pays de montagnes; les eaux qui viennent s'y rendre en exhaussent le fond par les cailloux et les débris terreux qu'elles y entraîne, et celles qui s'é-

coulent en abaissent le niveau, en creusant insensiblement le canal par lequel elles sortent. Ainsi la marche lente et progressive de la nature sans l'intermède des accidens et des révolutions, suffit pour combler ces vastes creux où les eaux se sont amassées, ou pour ouvrir des issues qui ne leur permettent plus d'y séjourner. Le nombre de ces lacs abandonnés et perdus n'est guère au-dessous de celui des lacs encore existans. Les naturels du pays ont appris eux-mêmes à distinguer ces monumens naturels; ils ont saisi leurs structure semblable à celle d'un vaisseau évasé et coupé dans ses parois d'une ou de plusieurs entailles profondes, et les ont tous désignés par le mot *oule* qui dérive du mot latin *olla* et signifie chez eux marmite; comparaison aussi juste que peu noble et bien digne de ces observateurs froids, mais exacts également dépourvus de prévention et d'enthousiasme. Ces *oules* se trouvent souvent placées aux extrémités supérieures des vallées, à l'origine des torrens qui les remplissoient autrefois. En effet, ceux-ci naissent communément sous quelque vaste amas de neige, ou s'écoulent d'un réservoir qui rassemble les eaux des hauteurs voisines. Le nombre de ces lacs augmente à mesure qu'on s'élève, et c'est une observation générale, que ceux des vallées sont pour la plupart comblés.

ou perdus, et que ceux des montagnes, sur-tout de celle de granit, sont presque tous conservés. J'ai dit précédemment, d'après l'observation de M. d'Arcet, que l'enceinte des cascades présentoit la forme d'un réservoir entr'ouvert et épuisé, et qu'elle étoit précédée d'un autre bassin dont l'aspect est moins sauvage et la forme plus régulière. Tout porte à penser que celui-ci a été aussi long-tems rempli d'eau, ou plutôt il résulte d'un examen détaillé de ces lieux, que les deux bassins ne faisoient autrefois qu'un seul et immense réservoir, où les eaux étoient retenues à deux ou trois cens toises d'élévation au-dessus du sol où elles coulent aujourd'hui. Les rochers qui séparent le premier bassin de l'enceinte des cascades, ne sont, comme je l'ai déjà remarqué, qu'un vaste amas de débris; mais ces débris ne ressemble point à ceux d'une muraille renversée sur elle-même, ou d'une digue rompue par l'effort des eaux. Il est au contraire aisé de se convaincre qu'ils ont été détachés de cette partie de la montagne qui borde l'enceinte du côté de l'est, et sur laquelle sont les sommets les plus élevés de toute cette masse. On voit encore sur ses flancs déchirés pendre d'énormes quartiers de roche prêts à s'écrouler. Ceux qui sont déjà tombés ont demeuré entassés les uns sur les autres. L'amas qu'ils ont formé est adossé

à la montagne dont ils faisoient jadis partie, et s'incline jusqu'aux parois opposées de l'enceinte. Le torrent qui la traverse se trouve ainsi rejetté du côté de l'ouest, et le lit qu'il a creusé suit les contours de cet amas de débris. Un tems a donc existé auquel les deux enceintes dont j'ai parlé, étant remplies d'eau, ne formoient qu'un seul lac vaste et profond; et peut-être la même révolution qui les a séparées a-t-elle changé tout-à-fait leur forme et causé l'entière dispersion de leurs eaux; car si l'on considère que l'enceinte du bassin de la prairie est entièrement détruite du côté du nord et de la vallée, on doit se convaincre que les eaux ne l'ont point corrodée lentement, mais qu'elles l'ont entr'ouverte et emportée par un effort violent et subit. Or à quelle cause peut-on mieux attribuer le mouvement rapide et le choc qui dut les agiter, qu'à la chûte instantanée de plusieurs milliers de toises cubes de rocher. Je me représente alors ce lac paisible et élevé changé en une mer courroucée, ses eaux bouleversées jusqu'au fond de ses abîmes jaillir au-dessus des sommets voisins, et retombant sur elles mêmes ébranler de leur poids et de leur chûte la barrière qui les retenoit, cette barrière trop foible enfin renversée et ses débris transportés au loin.

M. d'Arcet, dans son discours sur les Pyrénées, a présagé la même révolution pour le lac d'Escoubons le plus considérable de ceux qui domine les bains de Barrèges, et on ne peut douter que si quelqu'éboulement considérable vient hâter et accroître l'effet de cette débâcle inévitable, ces régions élevées subiront un nouveau deluge dont les hommes et les troupeaux seront la victime, qui ensevelira plusieurs villages, et inondera les tanières des bêtes fauves.

Je n'entamerai point ici la description détaillée de la montagne de Marbore d'où tombent les cascades de Gavarnie. J'ai plusieurs fois tenté envain de parvenir à ses sommités, et en sortant des montagnes j'ai toujours emporté le desir et l'espérance de remplir un jour cette tâche pénible et instructive. C'est ici vraiment le Mont-blanc des Pyrénées; ses bancs s'ouvrent de tous côtés en immenses ravins et en vallées profondes, et ses sommets surpassent en hauteur tous ceux de la chaîne. Le peintre gracieux de la Suisse, le commentateur et l'émule de Coxe, M. Ramond, que j'ai eu le bonheur de rencontrer dans ces magnifiques déserts des Pyrénées, a observé, dans les régions moyennes des monts Marborés des glaces qui ont le tissus, compacte et l'aspect bleuâtre de celle des Alpes. Cette masse est pourtant toute calcaire depuis ses racines jusqu'aux

qu'aux crêtes dont elle est couronnée. Les observations que j'ai faites dans la vallée d'Estaubé, et que celles de M. Ramond tendent à confirmer, m'ont appris que ses bancs, dont la section vers la France paroît horisontale, s'inclinent vers l'Espagne d'environ 45 degrés. Dans le circuit que j'ai suivi de toute la partie de cette masse calcaire qui appartient à la France, j'ai observé qu'elle repose ou sur le granit, ou sur le schiste argilleux, ou enfin sur les roches siliceuses intermédiaires.

Quant à sa hauteur, elle a été suffisamment déterminée par les observations que M. Vidal et moi avons faites l'été dernier à la suite d'un grand nivellement que nous avions entrepris pour étudier de nouveau la théorie des dilatations de l'atmosphère, et pour offrir aux observateurs une des plus hautes et des plus accessibles montagnes de l'Europe divisée en espaces verticaux mesurés rigoureusement.

Trois observations trigonométriques faites à des stations différentes, et qui se rapportent à moins d'une toise près, indiquent 251 toises pour la hauteur du mont Perdu, sommité la plus élevée de Marboré, au-dessus du Pic de Midi de Bigorre. De pareilles observations faites auprès de Toulouse avec des instrumens bien plus parfaits, déterminent la hauteur de ce der-

nier à 600 toises au-dessus du Canigou et par conséquent à 1500 ou 1510 toises au-dessus de la mer. La hauteur absolue du mont Perdu est donc de 1700 à 1760 toises, d'où je n'hésiterai pas à conclure qu'aucun sommet des Pyrénées ne s'élève à 1800; car de nombreuses observations faites sur le Pic de Midi nous ont prouvé qu'il n'y a point de sommet qui ne soit au-dessous du mont Perdu, depuis l'Océan jusqu'au pays de Foix, et les traces des académiciens qui ont tracé la méridienne, ne laissent guère douter qu'il n'en soit de même depuis le pays de Foix jusqu'à la Méditerranée.

SUR LA NUTRITION DES VÉGÉTAUX,

PREMIER MÉMOIRE;

Par J. H. HASSENFRATZ (a).

UN grand nombre d'expériences faites par MM. Van-Helmont, Duhamel, Tillet et plusieurs autres physiciens, ont fait présumer que les végétaux croissoient et se développoient par

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des sciences de Paris en 1792.

le seul concours de l'air et de l'eau, et que ces deux substances pouvoient suffire à la nutrition des plantes.

Comme cette conclusion paroîtroit réduire les fumiers aux seuls effets de retenir l'humidité nécessaire à la végétation, de produire un peu de chaleur pour aider le développement des plantes, et de diviser la terre pour permettre aux racines de s'étendre avec plus de facilité, j'ai cru devoir examiner de nouveau les expériences de ces physiciens, afin de m'assurer si réellement l'air et l'eau suffisoient à l'accroissement des plantes, et si les fumiers se réduisoient à ces seuls effets.

J'observerai d'abord que les plantes en général sont composées de charbon, d'huile, d'eau, d'acide et de cendre. Comme la cendre n'est qu'une très-petite partie du poids des végétaux, nous pouvons en faire abstraction pour un instant, et ne considérer que les substances principales qui contribuent le plus à leur accroissement. L'eau, le carbone, l'huile et l'acide étant composés de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, les substances principales qui constituent les plantes sont de l'eau, du carbone, de l'hydrogène et de l'oxigène.

Cela posé, comme le carbone, l'eau, l'hydrogène et l'oxigène sont les composans principaux

des plantes, et que l'analyse d'un grand nombre de substances végétales a fait voir que les proportions de ces substances différoient dans chaque végétal, il seroit possible qu'il y eût des circonstances où l'accroissement des végétaux soit le résultat de la combinaison d'une seule, de deux, de trois ou de quatre substances réunies, et qu'il pourroit par conséquent arriver que le développement et l'accroissement des plantes dans l'eau et dans l'air ne fût que le résultat du carbone contenu dans l'élément de la plante, transporté dans toutes les parties de la plante par l'eau, sucé par les racines, et que ce carbone fût combiné avec une portion de cette eau, de l'hydrogène et de l'oxigène provenans de la décomposition d'une autre portion d'eau, et de-là que l'accroissement de la plante ne fût qu'une augmentation d'eau, d'hydrogène et d'oxigène.

Plein de cette idée, j'ai examiné avec plus d'attention les expériences de MM. Van-Helmont, Duhamel et Tillet, afin de m'assurer s'il étoit possible de déterminer la nature des substances qui ont contribué à l'accroissement de leur végétation.

L'expérience de Van-Helmont, si célèbre par sa publicité, est celle d'une branche de saule plantée dans une caisse de terre, qui s'est accrue de 60 livres après plusieurs années de végéta-

tion, sans que le poids de la terre ait sensiblement diminué.

Comme Van-Helmont n'a point donné d'analyse comparée des proportions de carbone, d'eau, d'hydrgoène et d'oxigène, dans son saule augmenté de 60 livres, aux quantités que sa branche contenoit avant de l'avoir plantée, il est impossible d'en conclure si la cause de l'augmentaion du poids est de l'eau et de l'hydrogène, ou du carbone, de l'eau et de l'hydrogène.

Dans le grand nombre des expériences faites par M. Duhamel sur le développement des plantes dans l'eau et dans l'air, je n'examinerai que celle du chêne qui a crû dans l'eau seule pendant huit années consécutives, parce que c'est la plus saillante.

M. Duhamel dit dans son mémoire sur les plantes que l'on peut élever dans l'eau, imprimé parmi les mémoires de l'académie des sciences pour l'année 1748 : « J'ai un chêne qui est « depuis huit ans dans l'eau ; il produit tous les « printems de belles feuilles : je dois néan« moins prévenir qu'il n'y a point d'apparence « que cet arbre puisse, avec tous les soins « possibles, faire jamais un grand chêne ; car « quoiqu'il ait profité les deux premières an« nées mieux que s'il eût été planté dans une « bonne terre, qu'il ait encore fait la troisième

« année d'assez belles productions, et que de-
« puis ce tems il se garnisse de belles feuilles,
« les pousses qu'il fait depuis deux ans sont
« peu considérables, de sorte qu'il semble di-
« minuer tous les ans de vigueur. »

On voit, d'après cette description de la végétation du chêne dans l'eau, qu'il seroit très-possible que le développement de cette plante se fût fait par la transportation du carbone du gland dans toutes les parties de la plante développée, et que son accression fût produite par de l'eau et de l'hydrogène.

Ce qui paroît confirmer cette possibilité est l'analyse comparée que M. Duhamel a faite des arbres élevés dans l'eau à ceux de même âge élevés dans la terre. Tous ces arbres lui ont donné à la distillation les mêmes principes mais il ajoute : « Je ne puis rien établir sur la quan-
« tité de ces produits, parce que les arbres éle-
« vés dans l'eau m'ont fourni trop peu de matiè-
« res pour m'être proposé une telle précision ».

Ainsi il paroît clair que l'on ne peut point conclure des expériences de M. Duhamel si la végétation des plantes dans l'eau est occasionnée par de l'eau seule, par de l'eau et de l'hydrogène, par de l'eau, de l'hydrogène et du carbone.

On trouve, dans le recueil des mémoires

de l'académie des sciences pour l'année 1772, un mémoire de M. Tillet qui renferme quarante-quatre expériences faites sur des graines semées dans différens mélanges de terre. Ces terres étoient de l'argile à potier de Gentilly, du sable de rivière, des retailles de pierres des environs de Paris, des retailles de pierres connues sous le nom de Saint-Leu, des décombres de bâtimens, de la marne, du sablon d'Etampes, différentes terres végétales, et par fois du fumier.

Quelques-unes de ces terres, comme le sablon, ont été employées seules, mais le plus souvent elles étoient mêlangées.

Quelle que fût la composition des terres, qu'elles fussent seules ou mêlangées, M. Tillet est parvenu à faire produire des graines aux grains de bleds qu'il a semés; ces bleds ont été resemés de nouveau; ils ont produit de nouvelles graines, et cela pendant trois années consécutives.

La variation dans la beauté et la multiplicité des épis dans chaque mêlange a paru dépendre de la quantité de pluie qui est tombée pendant leur développement.

Les expériences qui ont paru les plus saillantes et les plus conformes à la théorie qui suppose que l'eau et l'air sont les seules substances nécessaires à la nutrition des plantes,

sont la vingt-cinquième avec du vieux plâtre seul, la vingt-sixième avec du sablon d'Etampes pur, la vingt-septième avec du sable de rivière pur, la vingt-huitième avec des retailles de pierres : les grains semés dans chacune de ces terres séparées ont produit de beaux épis et de beaux grains qui, ayant été resemés de nouveau, ont encore produit de beaux épis et de nouveaux grains, et cela pendant trois années consécutives. Or, comme il est extrêmement probable que chaque grain reproduit devoit contenir à-peu-près les mêmes proportions de composans que le grain primitif, conséquemment la même proportion de carbone, et que chaque grain a produit une grande quantité d'autres grains, il paroît clair que la végétation qui a eu lieu dans ces circonstances a augmenté la quantité de carbone, et que si l'air et l'eau étoient les deux seules substances que les végétaux aient employées pour leur nourriture, il s'ensuivroit que l'air et l'eau seuls pourroient fournir le carbone qui est partie constituante de l'accroissement complet des plantes.

Voilà donc enfin quatre expériences qui paroissent confirmer la théorie de la seule nécessité de l'eau et de l'air pour la nutrition des végétaux.

J'ai répété les expériences de M. Tillet, afin de confirmer ses résultats et chercher ensuite, par d'autres expériences qui m'étaient particulières, si l'accroissement du carbone dans les plantes étoit fourni par l'air ou par l'eau seule.

J'ai lavé à plusieurs eaux du sable de rivière, du grès pilé, du verre pilé très-fin; j'en ai rempli aux trois quarts des bocaux de verre; j'ai imbibé d'eau ces trois espèces de terres; j'y ai semé du bled, des haricots, du cresson, et j'ai eu le déplaisir de voir que mes plantes se développèrent infiniment peu, plusieurs même pourrirent; ce qui est conforme aux observations de M. Duhamel qui dit dans le mémoire déjà cité: « Il faut remarquer que les plantes « périssent dans les pots qui ne sont pas percés. »

De ces expériences et des observations de M. Duhamel, je crus pouvoir conclure que M. Tillet avoit fait ces expériences dans des pots percés (*a*).

En conséquence je remis mon sable, mon grès et mon verre pilé dans des entonnoirs de

(*a*) Plusieurs membres de l'académie présens à la lecture de ce mémoire, et qui avoient assisté aux expériences de M. Tillet, assurèrent qu'en effet ces pots étoient percés ainsi que je l'avois conclu de mes observations et de mes expériences.

verre dont l'extrémité plongeoit dans des carafes pleines d'eau; je semai dans ces terres du bled, des haricots et du cresson : ces plantes y germèrent, s'y développèrent, mais jamais elles ne vécurent que jusqu'à l'instant où elles produisirent des fleurs. Jamais je ne pus parvenir à leur faire produire des graines.

Ces différences entre le résultat de mes expériences et celui des expériences de M. Tillet me firent croire qu'il y avoit une différence dans la manière de procéder, et je relus avec attention les mémoires de M. Tillet, pour savoir quellle pouvoit être cette différence; je trouvai qu'elle consistoit en ce que M. Tillet avoit fait ces expériences dans des pots, et qu'il avoit enterré ses pots dans de la terre végétale, tandis que les vases dans lesquels je faisois mes expériences, étoient éloignés de toute communication avec la terre végétale.

D'après cette différence dans la manière d'opérer, il me fut facile de conclure de celle de nos résultats.

Les pots des expériences de M. Tillet devoient nécessairement être troués, ainsi que nous l'avons vu précédemment; ces pots étoient enterrés dans de la terre végétale : donc il y avoit une communication entre la terre des pots et la terre végétale.

Comme M. Tillet n'arrosoit point les terres de ses pots, afin qu'ils fussent exposés à toutes les variations de l'atmosphère, il est arrivé nécessairement que lorsqu'il tomboit de la pluie, l'eau filtroit à travers ses terres, sortoit du pot par le trou, et alloit se combiner avec la terre végétale; quand au contraire il faisoit de la sécheresse, l'eau qui imbiboit la terre des pots s'évaporoit d'abord, puis la terre faisoit l'office de tubes capillaires par lesquels l'eau contenue dans la terre végétale montoit à la surface pour être évaporée. Ainsi l'eau de la terre végétale pénétroit dans la terre du pot, servoit de nourriture aux plantes, et pouvoit contribuer à l'augmentation de leur carbone : d'où il suit que l'on ne peut pas dire que ce soit l'eau seule et l'air qui aient fourni aux bleds des expériences de M. Tillet l'accroissement de carbone qu'ils avoient, et M. Tillet a cru appercevoir qu'il y avoit une différence dans des expériences semblables, qu'il attribue « aux « parois et aux fonds des pots qui ont pu se « trouver plus ou moins perméables à l'eau « que contenoit la terre dont ils étoient envi- « ronnés. »

On peut conclure de l'examen réfléchi des expériences de Van-Helmont, de M. Duhamel et de M. Tillet, qu'il est impossible d'en dé-

duire si l'eau et l'air pouvoient seuls fournir aux plantes le carbone dont elles augmentent de poids, lorsqu'elles croissent en pleine terre.

Ne connoissant encore aucune expérience qui puisse résoudre cette question si nécessaire à la physique végétale, à la culture en général et à la théorie des engrais, l'eau et l'air peuvent-ils contribuer seuls à l'accroissement du carbone dans les plantes? j'ai entrepris la solution par des expériences directes.

J'ai cherché quelles étoient les plantes qui croissoient et se développoient le plus facilement dans l'eau seule, j'ai trouvé que les jacinthes, les haricots et le cresson étoient celles qui donnoient le résultat le plus constant et le plus prompt.

Cela fait, j'ai pesé plusieurs oignons de jacinthe séparés, plusieurs haricots séparés, plusieurs graines de cresson séparées, et j'ai cherché par l'analyse la quantité d'eau, de carbone et d'hydrogène que contenoit chacune de ces substances. J'ai suivi, pour trouver ces résultats la méthode que j'ai indiquée dans un mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie sur la différence des composans des plantes vertes et des plantes étiolées.

Je ne fatiguerai pas l'académie des détails de ces analyses, afin de marcher plus rapidement à mon résultat.

Après avoir trouve la quantité de carbone contenu dans chaque oignon, haricot et graine de cresson, j'ai conclu la quantité moyenne que chacune de ces substances devoit en contenir relativement à leur poids.

J'ai pesé ensuite plusieurs oignons de jacinthe, plusieurs haricots, plusieurs graines de cresson; j'ai mis mes oignons pesés dans des carafes pleines d'eau à l'ordinaire, j'ai placé les haricots dans des tubes de verre en forme d'entonnoirs, de manière que le tube de verre étant posé verticalement dans un bocal plein d'eau, le haricot n'étoit touché par l'eau que dans une de ses extrémités. Pour la graine de cresson, j'ai d'abord rempli le bocal de fil de cuivre argenté, j'ai versé de l'eau par-dessus, et j'ai placé mes graines sur les morceaux de fil de cuivre, de manière qu'elles ne touchoient à l'eau que par une de leurs parties, et que la racine de la plante, en se développant, pouvoit entortiller les fils de cuivre, et prendre dans le bocal une position fixe.

La plus grande partie de mes carafes et de mes bocaux ont été exposés dehors, une autre portion a été placée dans ma chambre. Les oignons, les haricots et les graines de cresson se sont développés, ils ont poussé, et le plus grand nombre a produit des fleurs et rien

de plus : quelques tentatives que j'aie faites, je n'ai pu obtenir une végétation plus avancée.

A mesure que mes plantes finissoient de croître, je les retirois de l'eau, et je les laissai sécher, avec cette précaution de réunir à chaque plante les feuilles ou autres portions qui s'en étoient détachées pendant le cours de la végétation.

Mes plantes séchées, je les ai analysées de nouveau; mon analyse a été principalement dirigée sur la quantité de carbone contenue dans chaque plante développée, et j'ai constamment trouvé que la quantité de carbone contenue dans toutes les plantes que j'ai fait croître dans de l'eau et de l'air seuls, étoit un peu moindre qne la quantité moyenne de carbone que les oignons, les haricots et les graines que j'ai employés devoient contenir.

Il suit de ces expériences que le développement des plantes qui croissent dans l'air et dans l'eau seuls est occasionné par l'eau qui se combine avec les parties constituantes de l'élément que l'on a fait développer, et que le carbone contenu dans toutes les parties du développement, feuilles, branches, racines, etc., a été fourni par l'élément et a été transporté par l'eau dans toutes ces parties pendant l'acte de la végétation. Bien entendu que j'appelle

élément l'oignon ou la graine qui a servi à mon développement.

Il paroît encore résulter de ces expériences, que non-seulement l'addition de carbone contenu dans les plantes qui croissent dans les terres végétales n'est pas fournie par l'eau et l'air seulement, mais encore que pendant l'acte de la végétation il y a une portion du carbone déposée dans les plantes qui leur est enlevée.

Ces expériences établissent une grande analogie entre les graines des plantes et les œufs des animaux que je me contenterai d'indiquer. C'est que toutes les parties constituantes des œufs, lorsqu'ils sont sortis du corps des animaux ovipares, servent à développer l'animal et à l'amener à un certain degré d'accroissement par-delà lequel il ne peut plus augmenter sans le concours de nouvelles matières nutritives qui lui fournissent le carbone et les autres substances nécessaires à son développement : de même la graine avec le seul secours de l'eau, se développe jusqu'à un certain point par-delà lequel la plante ne peut plus croître sans de nouvelles matières qui lui fournissent le carbone et les autres substances nécessaires à son accroissement.

J'examinerai, dans un second Mémoire que je me propose de lire incessamment, quelles sont

les substances contenues dans la terre végétale qui fournissent l'accroissement du carbone que l'on trouve dans les plantes lorsqu'elles sont parfaitement développées, et j'indiquerai en même temps comment pendant l'acte de la végétation des plantes dans l'eau et dans l'air seuls, il y a diminution de carbone, c'est-à-dire, pourquoi la plante développée contient moins de carbone que l'élément du développement.

RAPPORT

Fait au Bureau de Consultation, sur la Colle-forte des os proposée par M. GRENET.

PAR MM. PARMENTIER ET PELLETIER.

NOUS allons vous rendre compte des recherches que M. Grenet a faites sur les préparations des colles-fortes. Peu de personnes ont écrit sur cet objet, il est cependant de la plus grande importance par la consommation que l'on fait de la colle-forte dans divers arts. L'on s'est bien occupé en France (depuis quelque tems) de la préparation des colles-fortes, et il en a été élevé des fabriques; mais la supériorité en beauté et qualité des colles étrangères leur a fait donner

donner la préférence à des prix presque doubles. Cette considération doit donc déterminer la nation à encourager ce genre de fabrication, et à accueillir favorablement, à récompenser même les travaux de ceux qui par des recherches particulières sont parvenus à avoir des résultats nouveaux. M. Grenet s'est occupé, depuis plusieurs années, de la préparation des colles-fortes ; il a lu tout ce qu'on avoit fait sur cet objet, il a médité sur les qualités des substances que l'on employoit à ce travail ; il a ensuite soumis à des expériences celles que l'on n'avoit point essayées, et qu'il jugeoit propres à la préparation de la colle-forte : les os lui en ont fourni avec une grande abondance et avec une grande facilité. Les résultats de ses tentatives lui ont paru devoir intéresser la nation et pouvoir concourir aux récompenses nationales. C'est ce travail qui est soumis à votre jugement, et que vous nous avez chargés d'examiner.

Nous ne nous sommes pas contentés de prendre les données que M. Grenet avoit consignées dans le mémoire instructif qu'il vous a fait remettre ; nous avons cru devoir encore répéter ses expériences. Nous allons vous en rendre compte, et avant tout vous rappeler en peu de mots ce que l'on fait de ce travail

et particulièrement des substances que l'on y a employées ; il vous sera ensuite plus facile d'apprécier le mérite de la découverte de M. Grenet, et de juger s'il doit avoir part aux récompenses nationales.

Nous devons à M. Duhamel du Monceau la connoissance de l'art de faire différentes sortes de colles. La description de cet art est loin d'être parfaite ; c'est cependant l'ouvrage le mieux fait que nous ayons encore sur les colles. Nous ne parlerons que de la colle-forte, pour ne point nous écarter du rapport que nous avons à vous faire.

La colle-forte, dit M. Duhamel, est une dissolution dans l'eau des parties membraneuses, cartilagineuses et tendineuses qu'on tire des animaux, desséchée ensuite et fondue en tablettes.

Les gelées de corne de cerf (dit encore M. Duhamel), celle du pied de veau qu'on prépare dans les cuisines et les offices, seroient de la colle-forte, si on les desséchoit.

« Les seules parties animales capables de » se fondre en gelée sont véritablement l'es- » sence de la colle, les autres lui sont étran- » gères et ne peuvent que la rendre moins » bonne : ainsi les parties charnues, sanguino- » lentes, les graisses, la sinovie, ne doivent

» point être employées pour la préparation de
» la colle-forte. Plusieurs substances animales
» sont propres à faire de la colle-forte, les
» rognures des peaux et des cuirs, les pieds,
» la peau des têtes et des queues de plusieurs
» animaux, les os même, si l'on se servoit de
» la marmite à Papin pour les dissoudre, pour-
» roient fournir de la colle.

» Je n'ai pas (ajoute M. Duhamel) poussé
» bien loin les expériences sur ce point; ce-
« pendant je suis parvenu à faire avec des os
» une colle qui, à la vérité, étoit fort noire,
» mais qui me paroissoit très-forte; et je crois
» qu'elle auroit été meilleure si j'avois com-
» mencé par ôter la moëlle et la graisse, et
» par enlever, au moyen d'un acide, la subs-
» tance terreuse des os, pour ne dissoudre que
» la cartilagineuse; mais il y a apparence que
» ces préparations emporteroient tout le profit ».

Il est aisé de voir, d'après cet extrait fidèle, que M. Duhamel avoit bien reconnu et constaté que la partie qui dans les os lie et tient adhérentes entr'elles les parties terreuses ou *phosphate de chaux*, étoit de nature gélatineuse et propre à faire de la colle très-forte; mais l'on voit aussi que M. Duhamel a vu de grandes difficultés dans les moyens de l'en extraire, puisqu'il croyoit qu'il falloit employer la mar-

mite à Papin pour dissoudre la totalité de la partie gélatineuse ou colle que les os peuvent contenir.

Les rognures et les ratures de parchemin et de vélin que l'on achète chez les parcheminiers et les cribliers, font de bonne colle, ainsi que les rognures de peaux de gantiers, mégissiers, peaussiers et fourreurs; mais les fabricans ne les emploient point, parce qu'elles coûteroient trop cher. C'est par la même raison qu'ils n'emploient point les peaux de castor, et qu'ils emploient peu celles de lièvre et de lapin. Ces substances d'ailleurs, excepté les peaux de lièvre, sont recherchées par les peintres en détrempe, les drapiers, les papetiers, etc. qui en préparent une colle ou gelée qui se trouve peu colorée et même sans couleur; ce qui est absolument essentiel à leurs travaux. Nous aurons occasion de faire remarquer à quoi tient la couleur que prennent les colles-fortes dans leur fabrication; ce qui fait que les artistes que nous venons de citer ne peuvent employer leur dissolution dans l'eau qui seroit toujours colorée, et ils leur préfèrent une gelée de peau de mouton (ou parchemin), de lapin, etc.

L'on trouve peu de détails dans les ouvrages de chimie sur les substances qui peuvent fournir de la colle-forte; l'on y reconnoît cependant des gé-

néralités très-essentielles et propres à éclairer ceux qui se mettroient à en fabriquer. M. Fourcroy s'est exprimé de la manière suivante : « Toutes les parties molles et blanches des ani- » maux, telles que les membranes, les tendons, » les aponévroses, les cartilages, les ligamens, » la peau, contiennent en général une subs- » tance muqueuse très-soluble dans l'eau et in- » soluble dans l'esprit-de-vin, que l'on connoît « sous le nom de gelée. Pour extraire cette » gelée, il suffit de faire bouillir ces parties » animales dans l'eau », etc. M. Fourcroy dit encore : « La gelée animale ne diffère de la colle » proprement dite, que parce qu'elle a moins de » consistance et de viscosité ; la première, ajou- » te-t-il, se retire spécialement des parties mol- » les et blanches des jeunes animaux, on la » retrouve aussi dans leurs chairs ou leurs » muscles, dans leurs peaux et leurs os. La » colle ne s'obtient que des animaux plus âgés, » dont la fibre est plus forte et plus sèche ».

On lit dans l'ouvrage de Papin, édition de 1682, que « cet artiste, au moyen de sa mar- » mite, a préparé une gelée avec les os ainsi » qu'avec l'ivoire, avec laquelle il a bien collé » un verre cassé ; qu'il a de plus pénétré de » gelée d'os un vieux chapeau qui est devenu » très-ferme ; il a dit aussi que si l'on se ser-

» voit d'une telle liqueur pour faire des cha-
» peaux, ils seroient bien meilleurs qu'à l'or-
» dinaire ».

Spielmann (voyez la traduction de M. Cadet) a beaucoup ajouté à ce que l'on trouve dans Papin sur la colle des os : ce chimiste dit qu'il a retiré de la colle ou gelée sèche des os de toutes les parties solides des animaux par la simple ébullition; qu'il a fait des essais sur les pied d'élan, sur les dents de sanglier, sur celles de cheval marin, sur la corne de cerf, sur les mâchoires de brochet, sur les cloportes vivans, sur la vipère et sur la licorne, et que toutes lui ont donné plus ou moins de gelée sèche. Spielmann a particulièrement insisté sur la force et la tenacité de la colle de mâchoires de brochet, et il rapporte qu'elle enleva l'émail de l'assiette sur laquelle il l'avoit desséchée.

Nous avons indiqué les auteurs qui ont parlé de la colle forte, et d'après ce qu'ils en ont dit, nous avons rappelé les substances qui peuvent en fournir; mais nous devons observer que dans ce nombre il y en a peu que les faiseurs de colle aient coutume d'employer, la plupart seroient trop chères et difficiles à se procurer; d'autres, telles que les os, etc. ont été regardées comme trop dures pour pouvoir être

pénétrées, et pour pouvoir en extraire à peu de frais la colle qu'elles peuvent contenir. Les substances que l'on a le plus communément employées sont les rognures de cuirs de bœuf, de veau, de mouton, de cheval, appelées oreillons, les pieds de bœuf, ainsi que les parties tendineuses, et celles désignées vulgairement sous le nom de nerfs de bœuf.

Il y a dans le commerce plusieurs sortes de colles-fortes : la plus recherchée est celle qui nous vient d'Angleterre, vient ensuite celle dite *de Flandre*, et la plus commune est celle dite *de Paris*. La première, celle d'Angleterre, est d'un rouge foncé, celle de Flandre est blanchâtre et transparente, celle de Paris est noire et opaque. Il existe cependant en France des manufactures qui font des colles qui imitent les colles étrangères, on les nomme alors colles façon d'Angleterre, etc.

Nous allons maintenant vous rendre compte des observations de M. Grenet. Cet artiste, comme nous l'avons déjà observé, après avoir examiné la nature des substances que l'on emploie à faire la colle-forte, s'est occupé d'employer dans ce travail les os. Ses premiers essais lui firent connoître que les os donnoient, par la simple ébullition (après avoir été divisés et dégraissés) sans le secours de la marmite à Pa-

pin, une très-grande quantité de gelée, laquelle pouvoit être amenée à l'état de colle-forte par la simple dessication. De nouveaux essais lui apprirent que l'on pouvoit employer les os à la fabrication de la colle-forte. M. Grenet s'est encore assuré que la colle préparée avec des os étoit supérieure aux colles françaises et presque égale en bonté aux colles étrangères. Nous allons rendre compte au bureau des expériences que nous avons faites d'après les procédés proposés par M. Grenet. Cet artiste vous a présenté la préparation d'une colle-forte faite avec les rognures et sciûres d'os provenant tant de ceux qui préparent les moules de boutons d'os que de ceux qui font les manches de couteaux, les étuis, les dominos, les éventails et autres objets en os. Cette classe d'ouvriers ne laisse pas d'être considérable aux environs de Paris. L'on pourroit encore se procurer de ces rapures d'os de Méru, Anneville, Beauvais, Havre, et autres endroits où l'on fait des ouvrages analogues. Autrefois on jettait tous ces débris d'os, mais depuis quelque tems on les emploie comme engrais : on les vend de quatre livres dix sols à cinq livres le sac, lequel contient douze boisseaux ou cent liv. pesant; ce qui est à raison d'un sol la livre. Il seroit encore possible de se procurer des os à un prix infé-

rieur (1), mais alors il faudroit trouver le moyen de les dégraisser et de les diviser; ce qui seroit possible à peu de frais. Mais comme M. Grenet indique dans son mémoire les rapures d'os provenans de la fabrication des moules de boutons, etc. c'est avec cette rapure que nous avons fait les expériences suivantes.

Détail d'une cuisson de colle d'os faite dans le laboratoire de M. Pelletier.

LE 24 MARS 1792.

Six livres de rapures d'os (prises chez des faiseurs de moules de boutons) ont été mises dans une chaudière de cuivre avec 24 pintes d'eau; on a laissé cette rapure tremper deux jours à froid, afin que l'eau la pénétrât et la disposât à rendre avec plus de facilité la colle qu'elle contenoit.

LE 27.

La chaudière a été mise sur un fourneau dont le feu a été allumé le matin à onze heures l'ébullition a commencé à avoir lieu à midi; le feu a été soutenu jusqu'à neuf heures du

(1) Tels que les os durs de cheval que l'on brûle ordinairement aux voieries des environs de Paris.

soir, et l'on a laissé digérer la colle sur son marc toute la nuit, pendant lequel tems elle s'est épurée sans aucune addition.

Le 28.

La liqueur a été tirée à clair avec un syphon; elle a rendu de liquide 14 pintes, et par l'expression du marc nous avons encore retiré deux pintes de liqueur.

Cette colle ainsi soutirée a été mise sur le feu dans une bassine pour en évaporer l'eau superflue et la rapprocher. Lorsque la colle nous a paru suffisamment cuite d'après les épreuves ordinaires, nous avons retiré la bassine du feu; et après avoir laissé reposer la colle environ une demi-heure, nous l'avons versée dans des boîtes; les boîtes ont été ensuite portées dans un lieu frais jusqu'au lendemain. Pendant ce court espace, la colle s'étoit prise en une gelée ferme; en cet état nous l'avons coupée par tablettes, et nous l'avons mise sur des filets dans un grenier pour y sécher.

La colle a été quatorze jours à sécher; mais nous observerons que le tems n'a cessé d'être très-humide et pluvieux.

Ci suit le tableau des produits de cette opération.

Six livres de poudre d'os ont rendu, savoir :

	liv.	onc.	gr.
1°. En colle transparente,		15	4
2°. Colle de marc.......			4
3°. Marc desséché.....	4	3	
Perte ou déchet......		13	

Nous devons faire observer que ce déchet est très-considérable, et nous croyons qu'en opérant en grand il seroit beaucoup moindre; nous croyons aussi qu'il seroit possible de traiter de nouveau le marc avec une nouvelle quantité d'eau, et d'en retirer un peu de colle peut-être d'une qualité inférieure, mais au moins les os seroient plus épuisés. Nous vous présentons la colle que nous avons obtenue; vous la jugerez, à sa transparence, analogue à celle dite façon d'Angleterre: nous vous observerons aussi que quelqu'imparfaite que soit l'expérience dont nous vous rendons compte, elle ne nous a pas moins fourni une livre de colle sur six livres d'os.

Expérience sur la rapure d'ivoire.

M. Grenet ayant encore annoncé dans son mémoire qu'il avait préparé de la colle-forte avec de la rapure d'ivoire, nous avons cru devoir répéter cette seconde expérience, afin d'en rendre compte au bureau. Nous ne détaillerons

point l'opération qui est la même que celle qu
nous avons décrite pour les os ; nous insiste
rons seulement sur les produits qui sont dan
une première expérience ;

Pour six livres de rapure d'ivoire, savoir :

Colle-forte.	1 liv.
Marc.	4
	5

Dans une deuxième expérience nous avons traité 50 livres de rapure d'ivoire avec les proportions déterminées d'eau ; et après avoir soutiré la liqueur claire, nous avons mis de nouvelle eau sur le marc, nous avons ensuite procédé à une nouvelle ébullition ; ce que nous avons continué jusqu'à quatre fois, en ne mettant qu'une quantité moindre d'eau dans les deux dernières ébullitions. Les liqueurs ayant été évaporées, elles ont pris beaucoup de couleur parce que nous avons eu beaucoup d'eau à évaporer.

Les produits ont été,
Pour 50 livres de rapure d'ivoire,

Colle transparente.	9 liv. $\frac{1}{2}$.
Marc sec, lequel n'offroit plus qu'une poudre friable,	30
Total.	39 $\frac{1}{2}$.
Perte.	10 $\frac{1}{2}$.
	50

Nous n'avons pas eu la quantité de colle que nous devions obtenir, parce que les chaleurs nous ayant gagnés, une partie de la colle coula sur les filets, et il y en eut un peu de perdue. Nous avons aussi observé que la colle d'ivoire, en séchant, se couvroit d'une efflorescence saline; nous l'attribuons aux divers sels que les ouvriers emploient pour amollir l'ivoire, afin de le pouvoir travailler. Cette colle aussi se trouve beaucoup plus colorée que celle faite avec la rapure des os, mais elle n'en est pas moins bonne pour cela. Nous en présentons au bureau.

Dans les diverses expériences que les commissaires ont eu occasion de faire, il a été observé que pour avoir des colles peu foncées, il falloit les tenir le moins possible sur le feu. Les gelées en général acquièrent un peu de couleur dans leur dessication à l'air, mais elles en acquièrent bien plus par l'évaporation à laquelle il faut soumettre les liqueurs pour les concentrer et les porter à ce point où par le refroidissement elles puissent prendre en gelée. Il paroît donc aux commissaires que la transparence et le peu d'intensité de couleur des colles de Flandre tient à ce que l'on met le moins d'eau possible pour extraire la gelée ou dissoudre les substances qu'ils emploient à leur

fabrication; qu'elle tient encore à ce qu'ils la laissent le moins possible sur le feu, et qu'ils coupent leur gelée en tablettes moins épaisses, qui conséquemment sont plutôt sèches. Il a paru encore aux commissaires que l'imperfection des colles communes étoit due à ce que l'on tenoit plus long-tems sur le feu ces dernières, et que l'on employoit une plus grande quantité d'eau pour extraire plus parfaitement la partie gelatineuse; il leur a paru encore que l'intensité de couleur de ces colles tenoit à ce qu'on les rapprochoit trop; ce qu'ils font particulièrement, afin d'avoir une gelée plus consistante, et qui d'après cela est bien plutôt sèche.

A l'appui de ces observations les commissaires ont considéré la colle dite colle de poisson. L'on sait que cette substance, que la Russie nous fournit, n'est que les vésicules aériennes de certains poissons d'eau douce, et particulièrement de *beluga*, qui est un poisson des plus grands que l'on trouve dans les rivières de Moscovie; elle n'a reçu d'autres préparations qu'une simple dessication à l'air : voilà pourquoi sa dissolution dans l'eau se trouve claire et sans couleur. L'on trouvera certainement dans les poissons beaucoup de parties propres à faire de la colle-forte d'une bonne qualité. Nous avons ouï dire, et M. Chevalier de la société

royale de Londres a imprimé dans les recueils de cette société savante, que l'on préparoit en Russie de la colle-forte avec des matières gluantes qu'ils séparoient des poissons qui se trouvent en abondance dans la mer Caspienne et dans plusieurs cantons au-delà d'Astracan dans le *Wolga*, *Lyak*, *le Don*, et même jusques dans la Sibérie où ils sont connus sous le nom de *klé* ou *kla*.

Lorsque la colle de poisson nous arrive en France, elle se trouve noire et enfumée; on la blanchit par la vapeur du soufre. L'on ne peut blanchir les colles-fortes par le même procédé, parce que la colle-forte forme un corps fondu et compacte que la vapeur du soufre ne pourroit pénétrer. Il n'en est pas de même de la colle de poisson, qui n'est qu'une réunion des parties fibreuses qui sont appliquées par simple contact les unes aux autres, et qui laissent entr'elles un vuide que l'œil ne peut distinguer, mais que la vapeur du soufre pénètre: voilà pourquoi on réussit par ce procédé à blanchir les colles de poisson. D'après ces dernières données, vos commissaires croient que dans beaucoup de circonstances où l'on emploie une dissolution de colle de poisson à cause de sa blancheur, l'on pourroit lui substituer une gelée blanche que l'on prépareroit par une courte

ébullition de rapure d'os dans le moins d'eau possible. La gelée que l'on obtient est assez blanche, et l'on pourroit lui donner une bien plus grande blancheur, en lui ajoutant encore chaude, un peu d'eau chargée d'acide sulfureux, et en agitant le mêlange, pour que l'acide sulfureux soit mis en contact avec toutes les parties de la colle. Cette expérience a très-bien réussi, comme vous le verrez par les essais que nous mettons sous les yeux des membres du bureau.

On pourroit encore passer les os ou autres substances, avec lesquelles on voudroit préparer de la colle, dans une eau légèrement chargée d'acide sulfureux. Cette opération préliminaire peu coûteuse (quand on en aura indiqué les moyens), blanchira les matières, et les disposera à fournir la gelée avec plus de facilité. L'un des commissaires a blanchi de l'ivoire qui avoit jauni par la vétusté, en le passant dans de l'eau saturée de gaz acide sulfureux. Les arts pourront mettre à profit et tirer un grand parti de ces observations pour le blanchîment des substances animales, telles que la laine, la soie, etc. Il n'en a été question dans ce rapport que parce qu'on a cru intéresser les artistes en leur indiquant quelques faits et idées neuves, et en même-tems qu'on leur rendoit compte des procédés nouveaux.

Revenons

Revenons aux procédés de M. Grenet. Cet artiste propose de faire de la colle-forte façon d'Angleterre avec de la rapure des os; et d'après le compte que nous vous en avons rendu, vous avez dû juger que cela seroit praticable avec avantage, puisque la rapure d'os ne vaut que 5 livres le quintal, et que l'on peut en retirer en poids un sixième d'une très-belle colle analogue à celle d'Angleterre, que l'on vend aujourd'hui 40 sols la livre. Ainsi, quels que soient les frais de fabrication, il y auroit certainement du bénéfice. L'on pourroit de même faire de la colle-forte façon de Flandre, en suivant les précautions que nous avons indiquées dans notre rapport : nous présentons au bureau les essais qui ont été faits pour faire avec des os de la colle façon de Flandre. Nous le répétons, la couleur plus ou moins foncée des colles-fortes est due à ce que l'on tient plus ou moins de tems les liqueurs sur le feu; nous nous en sommes assurés en préparant de la colle-forte avec une dissolution rapprochée sur le feu, de colle de poisson dans l'eau : le produit a été une colle-forte analogue, pour la couleur, à celle dite façon d'Angleterre. De même une gelée blanche faite avec des rognures de parchemin, ayant été rapprochée sur le feu et ensuite mise en tablettes, a donné une colle-forte d'une

couleur foncée, mais transparente et analogue à celle dite d'Angleterre.

M. Grenet propose encore de tirer parti des marcs d'os après en avoir extrait la gelée, et d'en préparer un noir d'os qui seroit de vente. A cela nous observerons que ce n'est point la partie terreuse dans les os qui fournit le noir : c'est la partie gélatineuse qui se charbone et donne le beau noir, parce qu'elle se trouve bien garantie par les parties terreuse ou phosphate de chaux, du contact de l'air, et particulièrement par les vaisseaux fermés dans lesquels on les met pour les soumettre à l'action du feu. Ainsi, si les os sont bien et parfaitement épuisés de gelée, ils ne donneront pas de noir; mais comme il est difficile de les épuiser en totalité, alors cette portion de gelée donnera du noir, mais en moindre quantité, et conséquemment d'une richesse moindre que celui des os qui n'ont nullement été dépouillés de gelée. C'est aussi à la grande quantité de gelée que contient l'ivoire, qu'est due la richesse du noir que l'on prépare avec cette substance.

Il nous reste à vous parler de la bonté de la colle d'os faite par M. Grenet. Lorsqu'on en met un petit morceau dans l'eau froide, elle se gonfle au bout de vingt-quatre heures

comme font les bonnes colles, et le morceau conserve sa forme; séchée ensuite, elle revient à son premier poids. En général deux gros de colle sèche peuvent absorber trente parties d'eau: de même trente-deux parties de gelée peu consistante ne laissent que deux gros de colle bien sèche. Les colles d'os de M. Grenet ont été essayées et reconnues de très-bonne qualité par plusieurs artistes: nous citerons M. Frost, ébéniste rue Croix-des-Petits-Champs, le sieur Lequeux, de même ébéniste rue du Four-Saint-Germain, M. Merken, facteur de forte-piano, et M. Henoc, maître luthier. Nous joignons à notre rapport le certificat que ces deux derniers en ont donné par écrit.

Nous terminerons notre rapport, Messieurs, en vous faisant observer que le travail de M. Grenet est du nombre de ceux qui demandent à être pris en considération. L'on y propose non-seulement la fabrication d'une marchandise que nous retirons de l'étranger en très-grande quantité, mais encore l'on propose pour cette fabrication des produits qui sont très-abondans et dont on fait peu d'usage. C'est ce qui détermine vos commissaires à vous proposer de récompenser les travaux de M. Grenet, particulièrement pour la perfection que cet artiste a donnée aux procédés qu'il indique pour faire

de la colle d'os dont la beauté et la qualité égalent celles des colles étrangères, et dont le prix sera d'ailleurs moindre. Cet objet, comme vous devez le juger, est très-important (*a*), etc.

EXTRAITS

Du Journal de Physique et de Chimie de M. KASTELEYN; *suite de l'année* 1791;

Par J. B. VAN-MONS.

1°. INTRODUCTION *à la préparation*, *etc.*, *de cinq substances importantes*, *carbonate de soude*, *soude de commerce*, *sulfate de potase*, *acide muriatique*, *et magnésie*, *par* M. Kasteleyn,

---

(*a*) En répétant le procédé de M. Grenet, nous avons eu occasion de faire diverses expériences sur la colle-forte : nous nous sommes assurés, par exemple, que la rapure de corne ne fournissoit point de colle-forte. Nous nous proposons de suivre ce travail lorsque le tems propre à ce genre d'expériences nous le permettra. Nous avons de même invité M. Grenet à continuer ses essais. Nous publierons la suite de nos recherches, lorsqu'elles présenteront un ensemble qui les rendra intéressantes.

PREMIÈRE OPÉRATION.

Préparation du carbonate de soude.

On fait dissoudre dans de l'eau bouillante 20 parties de muriate de soude et 14 parties de carbonate purifié de potasse; il se fait un échange de bases, d'où résulte du muriate de potasse et du carbonate de soude : on filtre la liqueur, on l'évapore, et on tâche de faire cristalliser séparément les deux sels.

Quelqu'attentivement qu'on procède, les cristaux du muriate et du carbonate se confondent toujours et sur-tout après la seconde évaporation. M. Kasteleyn les sépare par un moyen ingénieux; il expose à une légère chaleur les sels confondus avant de les avoir fait sécher ; le carbonate de soude se fond aussi-tôt et seul en vertu de son eau de cristallisation, et se laisse décanter; le résidu, qui n'est pas entièrement débarrassé de carbonate, se lave avec un peu d'eau froide (*a*).

(a) Un moyen également bon, et dont je me sers depuis long-tems avec succès, consiste à enlever au carbonate de soude son acide par la chaux. Les sels étrangers se cristallisent seuls, tandis que la soude, rendue cristallisable, reste dissoute dans la lessive. On met après l'alcali à sec par l'évaporation, on le mêle avec des

On réunit alors les deux portions du carbonate, on les dissout dans l'eau et on les cristallise.

Cette opération fournit 20 parties de muriate de potasse et 16 parties de carbonate de soude, qui ne sont point contenues dans 20 parties de muriate de cet alcali, mais qui sont dues à l'eau que ce sel prend dans sa cristallisation (*a*).

SECONDE OPÉRATION.

Préparation de la soude de commerce.

La meilleure soude qu'on rencontre dans le commerce ne fournit jamais un tiers d'alcali; celle que l'on connoît sous le nom de *soude d'Alicante* donne par livre depuis 3 jusqu'à 4 et quelquefois 5 onces de carbonate cristallisé (*b*). La soude dite *de Vérac* ne donne pas la même

---

charbons concassés, et on le projette dans un creuset rouge ou sur des charbons allumés. La soude reprend son acide carbonique et en même tems la propriété de se cristalliser. On peut par le même moyen débarrasser la potasse, sans aucune perte, de tout sel étranger. (*Note de J. B. Van-Mons.*)

(*a*) Et à l'acide carbonique qu'il a pris au carbonate de potasse, et qui le fait cristalliser. (*Note du même.*)

(*b*) L'eau-mère de la lixiviation de la soude, après

quantité, elle fournit tout au plus 1 once ½ ou 2 onces de carbonate; et une troisième sorte, qui n'est pas encore depuis long-tems dans le commerce, donne depuis 4 jusqu'à 5 parties, par 16, de ce sel. M. Kasteleyn a plus particulièrement examiné cette dernière : sa couleur est jaune tirant sur le brun; elle est pierreuse et pesante sans être dure, et a beacoup de ressemblance avec la pierre calaminaire. Outre le carbonate de soude elle contient par livre 3 ou 4 onces de muriate de soude, 1 à 2 onces de sulfate de potasse et de soude, et un résidu proportionné de matière indissoluble dans l'eau.

Pour faire la soude artificielle, on mêle avec 5 livres de carbonate de soude 6 livres de cendres de bois ou de tourbe, 4 livres de sable et 1 livre de résidu de cendres de bois lessivé; on réduit ce mélange en pâte avec de l'eau, on le fait sécher en l'exposant au vent et au soleil, et quand il est sec, on le fait légèrement

la cristallisation du carbonate et des autres sels, contient encore une portion plus ou moins considérable de soude pure qui n'est point susceptible de se cristalliser. Pour l'en tirer, on n'a qu'à évaporer la liqueur jusqu'à siccité, et conserver le sel *caustique*, ou la faire cristalliser d'après la méthode de la note précédente. (*Note du même.*)

rougir au feu. On peut donner à cette soude la couleur de la soude de commerce ordinaire, en y ajoutant un peu de noir.

M. Kasteleyn, qui connoît l'esprit de routine du plus grand nombre de ceux qui dirigent encore les fabriques, a dû pour cette fois, en donnant cette composition, sacrifier à leur *machinisme* la philosophie de la science.

TROISIÈME OPÉRATION.

Préparation du sulfate de potasse.

On ajoute aux 20 livres de muriate de potasse obtenues de la première opération, 24 livres de sulfate de magnésie; on dissout le mêlange dans de l'eau, et on le fait bouillir. L'acide du sulfate forme, avec l'alcali du muriate, du sulfate de potasse, et l'acide muriatique avec la magnésie, du muriate de cette terre. Comme ce dernier sel est déliquescent, le premier peut en être séparé sans peine par la cristallisation. On obtient 16 à 18 livres de sulfate de potasse et au moins 12 livres de muriate de magnésie rendu sec par l'évaporation.

QUATRIÈME OPÉRATION.

1°. *Préparation de l'acide muriatique et de la magnésie.*

On sait que dans le muriate de magnésie l'acide ne tient que foiblement à sa base, et s'en laisse séparer par le feu. On soumet à une légère chaleur dans une cornue les 12 livres de ce sel qui ont été fournies par l'opération précédente, et on recueille dans un récipient l'acide qui s'en dégage. On obtient ainsi 8 livres d'acide muriatique concentré et 4 livres de magnésie : on passe sur cette dernière de l'eau, pour lui enlever un reste de muriate qui n'auroit pu être que difficilement décomposé par le feu (*a*).

On peut faciliter cette opération de beau-

(*a*) On peut aussi obtenir la magnésie à peu de frais en décomposant l'un par l'autre le sulfate de cette terre et le muriate de soude, selon la méthode de Schéele (*Opuscula Chimica et Physica*, *vol. alt. pag.* 221), et en précipitant ensuite le muriate de magnésie par la chaux ou le carbonate calcaire purifiés par décantation ; le muriate de chaux se laisse séparer sans peine de la magnésie par sa grande dissolubilité dans l'eau. Le sulfate de soude qu'on obtient de ce procédé, et qui est d'un grand usage dans les laboratoires de pharmacie, compense presque les frais de l'opération. (*Note du même.*)

coup, en distillant le muriate de magnésie avec une certaine quantité d'eau, pourvu qu'il soit indifférent d'obtenir un acide plus ou moins fort.

2°. *Examen du quinquina jaune ou royal.*

MM. Meyer et Kasteleyn ont examiné presqu'en même tems cette nouvelle écorce : le résultat de leurs analyses s'est trouvé fort différent; ce qui prouve que la qualité de ce remède n'est pas déjà trop constante, et qu'on ne doit pas se hâter de prononcer sur ses vertus. M. Kasteleyn est même incliné à croire que toute *royale* qu'on la nomme, cette écorce n'est que du quinquina ordinaire assorti du quinquina rouge, à cause de sa couleur jaune (*a*).

3°. *Expériences et observations faites dans la vue d'obtenir des principes certains pour l'usage et la préparation du tartrite de potasse et d'antimoine*, par M. Bindheim.

Pour déterminer les proportions d'antimoine que contiennent différens *tartres émétiques*, M. Bindheim a préparé ce remède en suivant trois différentes méthodes : dans la première il a fait

(*a*) Un échantillon qu'on m'a montré comme du quinquina royal confirme assez le soupçon de M. Kasteleyn. (*Note du même.*)

usage de parties égales d'oxide d'antimoine sulfuré demi-vitreux et de tartrite acidule de potasse ; dans la deuxième de quatre parties ½ d'oxide d'antimoine par l'acide muriatique, et de 10 parties de tartrite acidule, et dans la troisième il a employé 4 parties de ce sel et une partie d'oxide d'antimoine vitreux. Il a pris une once de chacun des tartrites qui en sont résultés, il les a fait détonner en particulier avec le nitrate de potasse, ensuite il les a désoxigénés par le charbon et portés en fusion par le flux noir ; il a obtenu de chacun une égale quantité, un gros d'antimoine parfaitement réduit.

4°. *Examen des différentes méthodes de préparer les teintures d'antimoine et en particulier celle de Theden*, par M. Gottling.

La teinture âcre d'antimoine ne contient, selon l'auteur, aucun atôme du métal dont elle porte le nom, et la fameuse teinture de Theden doit ses propriétés, sa couleur (*a*), etc., à

(*a*) Une partie du carbone de l'alcool se trouve rendue libre dans les alcools alcalins, et peut en être séparée par la distillation. Pour rendre raison de ce fait, il faut attendre le travail que M. Lavoisier promet sur l'analyse des alcalis fixes, *Trattato di Chimica tradotto de V. Dondolo, tomo I, pag.* 233.

l'huile empyreumatique de l'acétite de potasse qui se trouve dans le précipité sur lequel elle est trente fois cohobée (*a*).

5°. *Expérience touchant l'action du fluide électrique sur le mercure*, par M. Baudins.

M. Baudins a réduit le mercure en vapeurs par l'électricité excitée, et par l'étincelle il a fixé ce métal sur une glace, et l'a amalgamé avec le cuivre.

6°. *Méthode facile et peu dispendieuse de préparer une grande quantité de levure, communiquée à M. Crell par un anonyme de Londres.*

On fait bouillir pendant huit à dix minutes deux pintes de malt dans trois pintes d'eau; on tire la décoction au clair, on la laisse refroidir et on l'expose ensuite à une chaleur de 70 à 80 degrés de la graduation angloise, pour la faire entrer en fermentation; alors on y ajoute deux autres pintes de la même décoction, et

---

(*a*) De l'esprit-de-vin passé trente fois et plus sur des matières sur lesquelles il n'a aucune action, doit en effet faire un remède bien effficace. Je crois qu'il seroit tems enfin d'introduire par-tout dans les sciences naturelles une sage philosophie. (*Note du même.*)

on agite le tout dans une grande cuve. Cette opération fournit assez de levure pour un brassin de 200 pintes.

Quelques membres de la société de Londres pour l'encouragement des arts répétèrent cette expérience avec quatre pintes de malt broyé et autant d'eau bouillante. On verra l'eau sur le malt, et après l'avoir laissée pendant quelque tems, on la décanta : on répéta cette opération avec de la nouvelle eau, on réunit les deux infusions, on les fit bouillir, et après que la décoction fut refroidie, on la porta à une chaleur de 80 degrés. La fermentation commença le troisième jour. On y ajouta une autre décoction, ,et la levure s'éleva après 23 heures.

On y ajouta une troisième décoction, et on ramassa alors à la surface du mélange cinq onces d'excellente levure.

M. Mason a eu le même succès avec le mout ordinaire. La fermentation peut être accélérée par l'addition d'un peu de houblon.

7°. *Expériences sur la chaleur que produit le gaz acide muriatique oxigéné avec plusieurs substances*, par M. Pickel.

Lorsqu'on plonge le doigt dans une atmosphère de gaz muriatique oxigéné, on sent une chaleur notable, malgré que la température de

ce gaz soit en équilibre avec l'air extérieur. La même expérience avec le doigt enduit d'huile de lin produit une chaleur qu'on ne peut pas supporter.

La boule d'un thermomètre arrosée d'huile d'olive et plongée dans ce gaz, fit d'abord monter le mercure de 13 à 35 degrés de Réaumur; un second arrosement le fit monter à 45, et des arrosemens successifs à 70.

L'huile de gérofle traitée de même éleva le mercure à 35, et par des arrosemens répétés à 80; l'huile gagna de la consistance et perdit son goût âcre, qu'elle reprit aussitôt après sur la langue.

L'huile de menthe poivrée éleva le thermomètre de 13 à 22 et à 40 degrés. Sa couleur jaune changea en brune, et elle perdit son goût âcre qu'elle reprit, comme la précédente.

L'huile volatile animale excita 7, 10 et enfin 25 degrés de chaleur. A chaque arrosement réitéré la boule du thermomètre répandit une vapeur très-sensible. Après l'expérience l'huile avoit acquis un goût acide, et colora le papier bleu en rouge.

La dissolution du phosphore dans l'huile de gérofle ne brûla point à 12 degrés; dans le gaz acide muriatique oxigéné elle fit monter le thermomètre à 30 sans s'enflammer, mais elle brûla

aussi-tôt qu'elle en fut retirée: des arrosemens répétés firent monter l'instrument à 72. A chaque arrosement l'huile s'enflamma en quelques endroits avec un éclat fulminant; après l'expérience elle se trouva noire, et avoit acquis de la consistance.

La dissolution du phosphore dans l'huile volatile animale fit monter le mercure à 34.

La potasse et la soude pures, ainsi que leurs carbonates en liqueur d'alcalis, acquirent la propriété décolorante des muriates oxigénés. Portée sur l'ongle ou sur la peau, une goutte de ces dissolutions y excite une effervescence et redevient alcaline (*a*). La potasse seule fit monter le thermomètre de 3 degrés.

L'ammoniaque et son carbonate exhalèrent une forte vapeur: le premier fit monter le thermomètre de 4 degrés, et le second de 2. Tous deux agirent sur les couleurs comme les alcalis fixes.

La dissolution du sulfure de potasse répandit de fortes vapeurs; il se précipita de l'oxide de soufre, et le thermomètre monta de 2 degrés.

(*a*) La liqueur ne devient point alcaline, l'oxigène seul se dégage, et il reste du muriate d'alcali simple. (*Note du même.*)

8°. *Sur les règles du raisonnement en physique*, par M. Kirwan.

Ce beau discours, qui a été écrit peu de tems avant l'adhésion de l'auteur à la nouvelle chimie, sera traduit dans toutes les langues : il l'est ici par la plume énergique de M. Kastelcyn, qui a rendu toute la force des idées de l'auteur avec cette richesse d'expressions que fournit la langue hollandoise aux sciences les plus élevées et les plus abstraites. Séduit par des expériences imposantes, M. Kirwan dans ce discours combattoit avec feu les principes de la chimie moderne dont il se déclaroit le plus zélé antagoniste (*a*), et voilà tout-à-coup qu'il vient d'apporter dans cette école les armes dont il s'étoit servi pour la renverser. Sincère dans ses recherches, en voulant établir une erreur ; il apperçoit la vérité, il la saisit, il n'hésite point à avouer qu'il s'étoit trompé, et cet aveu lui est aussi honorable qu'à la doctrine qu'il a adoptée.

9°. *Préparation du malt*, par M. Kastelcyn.

Le procédé pour faire le malt est assez connu en France.

(*a*) Voyez *Essai ou phlogiston and the constitution of acide by R. Kirwan, new edition*, le seul ouvrage sensé qui a paru jusqu'ici contre la nouvelle doctrine. (*Note du même.*)

ANNALES DE CHIMIE.

JUIN 1792.

EXPOSITION

D'un Nivellement fait dans les Pyrénées les mois de juillet et d'août 1787;

Par HENRI REBOUL.

LES opérations que je vais mettre sous les yeux de l'académie ne sont que partie d'un travail considérable que M. Vidal et moi avons commencé l'été dernier dans les Pyrennées : elles consistent en un nivellement comparé de l'une des plus hautes montagnes de cette chaîne et de celle qui, à hauteurs égales, est la plus accessible et la plus fréquentée. Je ne m'étendrai point sur les avantages qui peuvent résulter de notre mesure; ils sont tels que nos travaux ne sauroient être perdus, fallût-il en réduire le terme à n'avoir fait que préparer aux observateurs une montagne toute graduée et l'observatoire le mieux disposé pour tenter des recher-

ches exactes sur les modifications de l'atmosphère. Nous avons néanmoins entrepris cette mesure dans le dessein d'en profiter nous-mêmes, et nous nous sommes proposé sur-tout de l'appliquer à l'étude des loix que suit l'atmosphère dans ses dilatations, et d'après lesquelles on a tenté de déterminer la hauteur des lieux par de simples observations barométriques.

Rien n'est plus propre sans doute à nous instruire du degré de bonté d'une méthode nouvelle et peu connue, que d'en comparer les résultats à ceux d'une méthode relative au même objet, éprouvée déjà comme sûre et infaillible. Ainsi toutes recherches sur la mesure des hauteurs par le baromètre ont dû avoir pour fondement la connoissance précise de la hauteur respective des lieux où on a fait les observations. La géométrie offre deux moyens de parvenir à ce but : l'un est la mesure trigonométrique qui n'exige qu'un petit nombre d'opérations, et devroit par cela même être préférée, si l'effet incertain et variable des réfractions n'altéroit la justesse de ses résultats : l'autre est la mesure par le nivellement qu'on a bien moins employée, parce qu'elle est lente dans sa marche et penible dans la pratique, quoiqu'elle n'offre d'ailleurs aucune difficulté qui ne puisse être levée par les soins et la prévoyance des obser-

vateurs. Elle n'a guère été portée jusqu'à nos jours qu'à des hauteures médiocres, et sous ce rapport l'opération dont je vais rendre compte est sans doute la plus considérable qui ait été faite, puisqu'elle embrasse un espace vertical de plus de 1370 toises, en se développant sur une liqueur horisontale de plus de 40,000. *Pl. I.*

Des observations géodésiques faites à Bonrepaux auprès de Toulouse, nous avoient fait connoître que la montagne de Canigou en Roussillon étoit moins élevée d'environ 60 toises que le Pic de Midi de Bigorre; ce qui détermìnoit à environ 1500 toises la hauteur de ce Pic au-dessus de la mer. Les notions que nous avions acquises par nous-mêmes de sa position, de son climat et de ses autres rapports physiques, nous décidèrent à y fixer le nivellement que nous avions projetté de faire dans les Pyrénées. Le lieu nous sembloit désigné par l'exemple de plusieurs savans qui y avoient déjà établi le siège de leurs observations, et parmi lesquels l'un des premiers astronomes du Languedoc y étoit venu chercher son tombeau (1). L'amour des montagnes nous fit en-

(1) Ce fut M. de Plantade qui, âgé de 70 ans, y mourut subitement et sans douleur entre les bras de ses guides et à coté de son quart de cercle. La mémoire

visager sans crainte les fatigues et les dégoûts inséparables d'un travail aussi long que pénible, et nous crûmes que le voisinage de Barèges et l'hospitalité des bergers applaniroient toutes les difficultés : l'atmosphère sembloit seule nous opposer un obstacle insurmontable. Jusqu'au moment de notre départ les orages s'étoient succédés sans interruption dans les Pyrénées, et la fonte des neiges y étoit infiniment retardée, soit par l'action du vent du nord, soit par la présence continuelle des nuages. Avant de présenter les résultats de ce travail que nous avons eu le bonheur d'achever, il importe sur-tout de lui concilier toute la confiance qu'il peut mériter, en donnant une idée exacte de la manière dont nous avons opéré.

Nos instrumens étoient très-portatifs; la nature des lieux et nos besoins l'exigeoient. M. Vidal, qui joint à la précision de l'observateur toute l'habileté de l'artiste, avoit pris soin de fabriquer lui-même deux niveaux à lunette; l'un d'eux est composé d'une lunette achromatique, dont l'objectif qui est triple à huit pouces de

de cet événement est conservée dans le pays. Un chasseur d'Hisars m'a montré l'endroit où il s'étoit passé. C'est au petit plateau de la Hourque de Cinq-Ours. Ce chasseur étoit fils du maître d'école de Beaudean qui avoit lui même servi de guide à M. de Plantade.

foyer et près d'un pouce d'ouverture. Les oculaires qui l'accompagnent portent le grossissement des objets à vingt fois. Un tube de verre rempli, à une bulle près, d'esprit-de-vin coloré, est fixé invariablement au tuyau de la lunette dans son intérieur, et deux petites ouvertures longitudinales sont ménagées pour laisser voir la bulle d'air, afin de pouvoir rectifier le niveau. L'objectif de la lunette est assujetti un peu excentriquement au bout d'un tuyau d'un pouce et demi de longueur qui recouvre à frottement bien juste l'extrêmité du tuyau principal de la lunette; d'où il suit qu'en faisant tourner l'un de ces tuyaux sur l'autre, on fait varier l'axe de la lunette relativemen à un tube à bulle d'air. Il résulte aussi de cette construction, qu'on peut éloigner ou rapprocher l'objectif des fils en croix qui sont à son foyer; ce qui est indispensable pour voir avec netteté les objets qui sont proches et ceux qui sont éloignés. On peut, à l'aide du genou par lequel l'instrument est porté, le placer très-promptement à-peu-près comme il doit être; mais pour l'amener juste à la situation horisontale, il y a entre le genou et lui une lame assujettie par une extrêmité et faisant ressort par l'autre : une longue vis accompagnée d'une large tête produit l'effet desiré en poussant ou

ramenant graduellement l'un des bouts du niveau. Cette vis, dont les pas sont très réguliers et dont la tête est munie d'une division, rend l'instrument propre à la mesure des petits angles d'élévation et d'abaissement au-dessus et au-dessous de l'horison à moins d'un quart de minute d'incertitude. Le second niveau, quoiqu'un peu différent, est construit sur les mêmes principes : sa lunette est simple, et n'amplike le piamettre apparent des objets que sept fois.

Dans un travail où il devoit être fait plus de mille opérations toutes dépendantes les unes des autres, et où une seule erreur auroit fait manquer le but, il étoit essentiel de prendre toutes les précautions pour n'en pas commettre. Celle qui nous a paru la plus importante a été de fraire deux nivellemens, de les mener de front pour ne pas perdre de tems, de nous communiquer les résultats à chaque opération, et de ne pas faire un pas de plus sans nous être conciliés. Une autre précaution non moins importante a été de rendre l'exactitude du travail indépendante de l'intelligence et de l'adresse des manœuvres que nous devions employer. Pour cette effet nous préparâmes nous mêmes deux voyans chacun de douze pieds de longueur. C'étoient perches de bois blanc : sur l'un des bords étoit une division de ligne en ligne

à côté étoit une seconde division de trois en trois lignes, enfin une troisième de pouce en pouce. Toutes ces divisions étoient formées par des parallélogrammes alternativement blancs et noirs, les intervalles de trois, six et neuf pouces étoient marqués par de gros points diversement figurés, et de gros chiffres distinguoient les pieds les uns des autres ; par ce moyen chacun de nous pouvoit d'un coup-d'œil reconnoître l'inclination du terrain à moins d'une ligne d'incertitude sur une distance de 50 toises avec l'un des niveaux. Tous les instumens ont été mis à l'essai avant notre départ, et en partant d'un certain point et y revenant par un circuit de 4 ou 500 toises, il ne s'est commis qu'une erreur de deux lignes par le premier des niveaux, et de trois ou quatre par l'autre en sens contraires.

Nous partîmes de Toulouse le 20 juillet, et nous rendîmes dans la plaine de Tarbes au château de Sarniguet dont le propriétaire, qui honore les sciences, et cultive les lettres avec succès, étoit lié d'amitié avec l'un de nous. Il nous avoit offert chez lui l'asyle indispensable pour faire nos derniers préparatifs et disposer notre marche. Après avoir pris au château plusieurs repaires bien déterminés, nous commençames notre nivellement le 23 juillet, en le dirigeant

vers Tarbes par Aurensan et Bazet. A Tarbes un accident assez bisarre en suspendit les opérations et faillit arrêter tout-d'un-coup nos travaux commencés : ils avoient éveillé la sollicitude d'un avocat de cette ville et alarmé la vigilance du maire. Il fallut rendre compte de nos projets à ce dernier ; nous eûmes bien de la peine à lui faire entendre qu'on pouvait traverser Tarbes avec des niveaux sans en tirer le plan : il nous opposa son devoir, ses scrupules et les loix d'état. Nous n'avons pas eu depuis de plus grand obstacle à combattre que la conscience de ce maire. Enfin vaincu par notre obstination, ou peut-être séduit par les propos flatteurs que l'un de nous prit le parti de lui adresser, il nous permit d'achever, sous prétete qu'en tems de paix les gens de notre espèce n'étoient pas fort à craindre (1).

Depuis Tarbes nous parcourûmes exactement le grand chemin qui conduit à Barèges, sans nous en écarter, qu'autant qu'il le falloit pour déterminer de tems en tems des repaires stables et apparens. Le tems humide et couvert nous seconda à souhait pendant les premiers jours ; mais à la suite d'un orage qui eut lieu le soir du 29, la sérénité se rétablit dans l'atmosphère, et le soleil qui en peu de jours pénétra les val-

(1) On ne doit pas perdre de vue que ceci s'est passé en 1797.

lées d'une chaleur excessive, nous livra aux piqures mordantes d'une espèce de mouche que les gens du pays appellent moustiques, et par qui nos jambes furent toutes ensanglantées, malgré le soin que nous prenions de les envelopper de papier.

Les difficultés croissoient à mesure que nous nous approchions du terme; et pour prévenir les dégoûts qui pouvoient naître de l'effet des fatigues passées et de l'idée des travaux à venir, nous résolûmes de passer tout-d'un coup à l'exécution de ce que notre entreprise avoit de plus scabreux et de plus incertain. Le nivellement fut suspendu au hameau de Transarion à quatre-vingt toises au-dessus de Barèges. Ce fut là que nous prîmes nos mesures pour transporter nos opérations sur le sommet du Pic. L'un des bergers dont les troupeaux broutent les pâturages qui en sont les plus voisins, m'avait autrefois servi de guide; il étoit prévenu de notre arrivée, et nous reçut avec tous les signes de joie et de cordialité que la politesse des villes exagère, mais n'imite point. Sa cabane qu'il nous offrit nous parut trop éloignée du Pic, et prit soin de nous en approprier une autre plus voisine, qui étant à près de 1200 toises au-dessus de la mer, et communément inhabitée. Nous prîmes possession de ce gîte le 4 août, a neuf heures du soir; après avoir cherché envain le

le sommeil pendant quelques heures, nous nous mîmes en marche pour tâcher d'atteindre le sommet avant le lever du soleil. Un ami, qui étoit venu jouir avec nous du vaste spectacle qu'offre cette montagne, nous quitta à huit heures du matin, et nous demeurâmes seuls dans le désert élevé. Une partie du jour fut employée à diverses observations; outre les instrumens relatifs à la métrorologie, nous observâmes l'aiguille aimantée (1), le degré de pureté de l'air (2), et les angles de hauteur et de dépression apparentes des montagnes les plus remarquables (3).

(1) La declinaison de l'aiguille aimantée étoit de 19° et quelques minutes, l'inclinaison de 66° 30', et la variation diurne a eu lieu comme à la plaine; son maximum fut, entre deux et trois heures de variation, de 12 à 15 minutes. Cette dernière observation a été faite avec un barreau aimanté de 10 pouces de longueur, chargé d'une lunette très-légère et suspendu par un cheveu, le tout enfermé dans une boîte à panneaux de glace.

(2) J'y observai pour la seconde fois que l'atmosphère des sommets contenoit moins d'air vital que celle des vallées. J'avais éprouvé la même chose au Béarn l'année précédente; le père Pini, et M. de Saussure ont eu le même résultat dans leurs expériences. Pour cette fois l'eudiomètre à phosphore décrit dans les mémoires de l'académie de Toulouse, qui avait indiqué, dans l'air de la vallée du Gave de 98 à 101, quatre centièmes d'air vital, n'en indiqua sur le pic que 75.

(3) Les angles de hauteur apparente ont été obser-

Cependant la fatigue dont nous étions excédés, et les douleurs d'estomac dont l'un de nous se sentoit affecté, ne nous permettoient plus aucun travail. Couchés auprès d'un banc de neige et la tête posée à l'ombre d'un rocher, nous profitâmes de quelques momens de sommeil souvent interrompu. Vers le coucher du soleil nous reprîmes lentement le chemin de notre cabane, mesurant d'un œil inquiet les grands plateaux de neige, les rochers escarpés, les penchans rapides et couverts d'une herbe glissante. Chacun de nous, non moins découragé par ses propres terreurs que par l'incertitude de son collègue, renonça dès-lors à tenter des difficultés qui lui sembloient insur-

vés avec le niveau dont on a entendu la description. Les positions des montagnes qui nous étoient inconnues ont été déterminées par des observations graphométriques faites aussi sur son sommet et sur ceux de Bergons et de la montage appelée Neouvieille.

Il résulte en général de ces mesures, que le Pic de Midi est surpassé en hauteur par d'autres montagnes contre l'opinion des gens du pays; que ce n'est poin à la vallée d'Aran qu'appartiennent les sommets les plus élevés, comme l'avoient présumé quelques voyageurs; enfin que celui qui domine toute cette partie de la chaîne, le mont Perdu, ne surpasse le Pic de Midi que de 253 toises.

montables. Le repos de la nuit suivante qui rétablit nos organes, ne put dissiper nos craintes; nous reprîmes du courage plutôt que de l'espérance, et ce fut presque à regret que nous commençâmes à niveller au-dessus du lac d'Oncet.

De nouveaux obstacles vinrent encore nous effrayer. Les troupeaux qui paissoient au-dessus de nous mettoient en mouvement les pierres dont la montagne est parsemée, et ces pierres, roulant avec vitesse, passoient auprès de nous et bondissoient quelquefois au-dessus de nos têtes. Cependant nous ne tardâmes pas à sentir qu'avec du tems et de la constance nos mesures pouvoient s'achever. Notre guide offrit de nous faire construire auprès du sommet une cabane qui, en rapprochant notre habitation du lieu de nos travaux, en facilitait l'exécution et en abrégeoit la durée. Cette proposition nous combla de joie. La cabane fut bâtie, meublée et habitée le même jour : trois hommes achevèrent cet ouvrage. Ils l'assirent sur le penchant méridional du Pic, à 50 pas du sommet, auprès d'un tas de débris de schistes micacés. Trois petites murailles formées de ces pierres superposées, et qui à la hauteur de trois à quatre pieds se rapprochoient en forme de ceintre, composoient tout l'édifice. Le gazon entassé

sur le toît est contre l'un des côtés, la préservoit de l'inondation des pluies, tout le côté de l'est qui étoit demeuré ouvert, lui servoit de porte, et une grande dalle de pierre le fermoit pendant le nuit. Le plaisir d'habiter ces hautes régions nous fit endurer sans regret le travail assidu de trois jours et le froid de deux nuits. Nous jouîmes pendant ce tems des plus beaux spectacles que l'homme puisse rencontrer, et vîmes, à deux reprises, de grands orages se former et éclater devant nous.

Après le nivellement du sommet, ce qui nous restoit à faire n'offroit plus les mêmes dédommagemens, et nous n'étions plus animés que par le desir et l'espérance d'achever ce que nous avions commencé : notre empressement nous causa même une légère disgrace. Etant partis un jour de Barèges pour aller chercher, à travers le brouillard qui couvroit la vallée, le repaire marqué la veille, une méprise nous jeta dans la vallée d'Escoubons où nous errâmes en désordre pendant huit ou neuf heures, jusqu'à ce que prenant pour guide le courant des eaux, nous fûmes ramenés à notre gîte. Enfin toutes nos opérations furent terminées le 14 août au hameau de Transarion, où elles avoient été interrompues. pendant toute la suite de ce nivellement, nos niveaux s'ac-

cordoient toujours jusqu'à la ligne, quand nous opérions à de petites distances, comme cela avoit lieu sur le penchant de la montagne et dans la plaine : quand nos résultats différoient de plus de trois lignes, l'opération étoit répétée et les instrumens vérifiés, si cela étoit nécessaire pour leur entière conciliation.

Le tableau (1) que je mets sous les yeux de l'académie peut faire juger jusqu'à quel point les principaux résultats de nos opérations ont été conformes. La plus grande différence qu'on y remarque est d'un pieds 5 pouces 4 lignes $\frac{3}{4}$, sur 1371 toises o pied 11 pouces.

Les travaux du nivellement ne nous permirent pas de donner aux observations barométriques tout le soin qu'elles exigeoient. Nous avions préparé sept baromètres de structure à-peu-près semblable; la plupart furent placés à diverses stations et confiés à des personnes dont les soins et la complaisance n'ont pu nous être d'un grand secours : nous en avions conservé deux que nous observions fréquemment; mais ce ne fut qu'au moment de quitter le Pic de Midi, qu'il nous fut permis d'en faire l'usage convenable. L'un de nous attendit sur le sommet que l'autre fût descendu jusqu'au lac

(1) Voyez ce tableau à la fin de ce mémoire.

d'Oucet, et pendant ce tems furent faites des observations parfaitement correspondantes à tous les repaires marqués sur le penchant de la montagne. Celui qui étoit descendu le premier devint à son tour observateur stable, pendant que l'autre parcouroit, en descendant, les mêmes repaires. Le résultat général de ces observations est que la simple différence des logarithmes des hauteurs de baromètres fourni une mesure plus approchante de la vraie, que lorsqu'on y applique les corrections de M. de Luc, mais que la mesure est encore moins inexacte lorsque l'on prend le douzième degré du thermomètre pour celui auquel il ne faut point corriger la longueur de la colonne d'air, et pour chaque degré de plus ou de moins on ajoute ou on retranche $\frac{1}{200}$ de la hauteur indiquée par les logarithmes. Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette partie de notre travail que nous avons projetté de reprendre quelque jour avec plus de soin et de loisir. Nos baromètres ne s'accordoient pas autant que nous l'aurions desiré, et les différences, quoique resserrées dans les limites d'une ligne, étoient sujettes à des variations que nous n'avons pu soumettre encore à aucune règle constante (1). Leur construction

(1) La constance dans le rapport de hauteur entre les

ne différoit de celle des divers baromètres à syphon que par le moyen employé à y contenir le mercure et les rendre portatifs. Tous les nôtres étoient composés de deux tubes de même calibre, longs, l'un de 30 pouces et l'autre de 7 ou 8 : ils étoient réunis par un tube dont le diamètre étoit moindre d'environ une ligne; celui-ci formait la courbure et s'élevoit d'un bon pouce au-dessus d'elle dans la branche courte, et une tige d'acier munie de deux pistons de peau fermoit à la fois l'orifice du tube de 7 pouces et du petit tube qui lui étoit soudé. L'instrument, ainsi fermé et maintenu dans une situation renversée, pouvoit être porté même sans ménagement en bandoulière, et nous avons éprouvé qu'il n'étoit pas moins commode dans la pratique que simple dans l'exécution.

---

colonnes de deux ou de plusieurs baromètres, a été peut-être plutôt présumée que conclue d'après l'expérience. Schukburg, qui vante l'excellence de ses instrumens qu'il tenoit de la main de Ramsden, y a pourtant observé cette singulière variation. On trouve dans les mémoires de l'académie de Pétersbourg, qu'elle résulte aussi de la comparaison qui a été faite des instrumens de cette académie et de ceux de la société électorale de Manheim. Il seroit aisé d'ajouter de nouveaux témoignages à ceux-ci.

RECAPITULATION

RÉCAPITULATION de deux nivellemens faits en juillet et août 1787, par M. REBOUL et VIDAL, pour déterminer la hauteur du sommet du Pic de Midi sur Tarbes et sur plusieurs autres lieux.

PREMIER NIVELLEMENT.

Récapitulation des opérations de H. REBOUL.

de	en	pieds	pouces	lignes	Total partiel
de A	en B	47 p.	5.	9 l.	
B	C	253.	0	10	
C	D	363	10.	6	
D	E	103	5.	1	
E	F	266	6.	10	
F	G	540	5.	8	
G	H	344	2.	6	de A en P 5029...1...4
H	I	120	0	9	
I	K	480	7	5	
K	L	464	2.	5	
L	M	488	5.	7	
M	N	424	1	3	
N	O	694.	6	0	
O	P	438	0.	9	
de a	en b	827.	7.	5	
b	c	817.	11	7.	
c	f	390	7	0	
f	k	525	4	9	
k	m	—4	8	5	
m	o	225	7	9	de a en y 3197...9. 8
o	p	39.	1.	5	
p	q	12	2.	2	
q	r	241	8.	0	
r	s	52.	9	9	
s	t	127	4.	6	
t	y	44.	8.	11	
Somme totale					8226p. 11p. 0l.

SECOND NIVELLEMENT.

Récapitulation des opérations de M. VIDAL.

de A en B	47. .	5. . .	3.		
B C	252. .	11. . .	10 $\frac{1}{2}$		
C D	363. .	10. . .	5 $\frac{1}{2}$		
D E	103. .	5. . .	2 $\frac{3}{4}$		
E F	266. .	7. . .	1 $\frac{1}{4}$		
F G	540. .	3. . .	10 $\frac{1}{4}$		
G H	344. .	2. . .	8 $\frac{1}{2}$	de A en P	
H I	120. .	0. . .	9 $\frac{1}{2}$	5028...9...12	
I K	480. .	7. . .	8		
K L	464. .	1. . .	7		
L M	488. .	4. . .	9 $\frac{1}{4}$		
M N	424. .	0. . .	9 $\frac{1}{2}$		
N O	694. .	5. . .	4 $\frac{1}{4}$		
O P	438. .	1. . .	7 $\frac{3}{4}$		
de a en b	827. .	8. . .	11		
b c	818. .	1. . .	3 $\frac{1}{2}$		
c f	390. .	8. . .	3		
f k	515. .	0. . .	3		
k m	—4. .	10. . .	9	de a en y	
m o	225. .	6. . .	9 $\frac{1}{4}$	3196...8...5 $\frac{3}{4}$	
o p	39. .	3. . .	10		
p q	12. .	4. . .	1		
q r	241. .	7. . .	8		
r s	52. .	7. .	7		
s y	171. .	10. . .	5		
Somme totale.					8225p. 5p. 7l. $\frac{1}{4}$

EXPOSÉ
D'EXPÉRIENCES

Faites pour déterminer la pesanteur spécifique des fluides, et par-là la force des liqueurs spiritueuses. On y a joint quelques observations sur un Mémoire intitulé: La meilleure Méthode de proportionner l'impôt sur les liqueurs spiritueuses;

Inséré dans les Transactions Philosophiques;

Par M. J. RAMSDEN.

IL paroît par un mémoire imprimé dernièrement dans les Transactions Philosophiques (vol. LXXX), que le gouvernement a en vue d'adopter de nouveaux réglemens pour déterminer l'impôt des liqueurs spiritueuses, et qu'il a engagé le président de la société royale de faire une suite d'expériences relatives à cet objet et propres à donner une méthode par laquelle le percepteur de l'impôt pût déterminer ce qui étoit dû pour différens mêlanges par un procédé qui pût s'exécuter sous son inspection de la manière la plus facile et la plus satisfaisante.

En examinant le rapport fait sur cet objet

par le secrétaire de la société royale et le plan qui a été suivi dans les expériences, il m'a paru qu'elles n'étoient pas si bien adaptées au but qu'on auroit pu l'espérer.

M'étant occupé de cet objet il y a plusieurs années, je vais présenter quelques observations et une suite d'expériences très-simples qui donnent, lorsqu'on en a besoin, un procédé très-facile et très-peu dispendieux, par lequel on peut obtenir des résultats plus satisfaisans que ceux que l'on a eus jusqu'à présent. Je donnerai aussi la description d'un instrument propre à déterminer la pesanteur spécifique de tout mélange d'alcool et d'eau, et la quantité d'alcool d'une force donnée qui y est contenue, par centièmes de son volume. En même-tems pour qu'on puisse déterminer la proportion d'alcool dans le composé qu'on appelle à présent l'*épreuve*, je donnerai le moyen d'obtenir la mesure qu'on appelle *gallon* avec plus de précision qu'on n'en a besoin pour le commerce ou pour l'impôt.

Le sujet que je traite se divise donc en quatre parties;

1°. La méthode de déterminer les proportions et d'exprimer en mesures les quantités d'alcool qui se trouvent dans les liqueurs spiritueuses, et d'en déterminer la pesanteur spécifique;

2°. Le moyen de déterminer l'augmentation ou la diminution de volume qui s'opère dans un mêlange par les différens degrés de température, avec la description d'un instrument propre à cet usage;

3°. L'application des expériences qui sont désignées dans les n^{os}. précédens, à la construction d'un hydromètre qui donnera la pesanteur spécifique de tout un mêlange en millièmes parties de celle de l'eau distillée, et en même-tems la quantité d'alcool d'une force donnée qui se trouve dans le mêlange en centièmes parties de son volume.

4°. Un moyen de déterminer les proportions d'alcool et d'eau dans le composé qu'on appelle à présent *épreuve*, lesquelles ont été établies par les *commissaires des coutumes* au poids de sept livres douze onces par gallon, à la température de 55 degrés du thermomètre de Fahreneit. Comme il faut pour cet objet une mesure exacte du gallon, je donnerai un moyen de l'obtenir sans une erreur qui puisse monter à un millième du tout.

Pour revenir à la première partie, je vais rappeler une méthode dont j'ai fait usage à-peu-près en 1776 pour déterminer les proportions de l'alcool qui se trouvoit dans une liqueur. J'ai fait dans ce tems-là des hydro-

mètres qui donnoient la quantité d'alcool en centièmes parties de la mesure du composé.

J'ai pris un vase de verre de la forme représentée *fig.* 1, *Pl. II*; la partie inférieure contenoit environ une pinte et demie : les deux cavités *A* et *B* étoient réunies par un col étroit autour duquel étoit gravé un cercle. Après avoir pesé avec soin le vase, je l'ai rempli d'alcool, jusqu'à ce que le cercle parût à l'œil dirigé horisontalement, comme la tangente de la concavité qui s'étoit formée à la surface de la liqueur : alors pesant le vase avec ce qu'il contenoit, j'ai obtenu *le poids de l'alcool :* j'ai considéré ce poids comme l'unité. La méthode de déterminer la proportion des déffèrens mêlanges n'étant qu'une répétition du même procédé, je me contenterai de donner un exemple, et je prendrai celui d'un mêlange, dont une mesure contient 65 pour cent d'alcool.

Après avoir vuidé le vase, j'y ai remis $\frac{65}{100}$ de la quautité d'alcool qu'il contenoit; j'ai rempli le reste de sa cavité avec l'eau distillée, jusqu'à ce que la surface du fluide s'élevât au cercle que l'on a dit gravé au col; et après avoir bien remué le mêlange, je l'ai laissé pour donner aux deux substances le tems de se pénétrer l'une et l'autre. A mesure que le mêlange s'abaissoit au-dessous du cercle par la contraction qu'il éprouvoit, j'ajoutois de l'eau

distillée, et je répétois cette addition jusqu'à ce qu'il ne se produisît plus d'abaissement. J'obtenois ainsi par une expérience très-simple un mêlange qui contenoit en alcool $\frac{65}{100}$ partie de volume du mêlange. Cela fait, ce mêlange étoit mis dans une bouteille qu'on bouchoit bien jusqu'à ce que les différens mêlanges d'alcool et d'eau dont j'avois besoin, aient été faits. Après cela j'ai éprouvé la pesanteur spécifique de tous ces mêlanges.

Ayant fait le nombre de mêlanges qu'on desire pour déterminer la pesanteur spécifique de chacun à un degré connu de température, on prend une bouteille d'environ deux pouces et demi à deux pouces de diamètre, qui est représentée dans la *fig.* 3, *Pl. II ;* elle a un col étroit et dont le diamètre est de 0,3 de pouce ; la surface de l'extrémité du col doit être polie avec soin, bien douce et bien unie. L'on place dans la bouteille un thermomètre très-sensible, dont la boule soit assez petite pour passer par le col : le tube du thermomètre doit être applati d'un côté pour y graver la graduation, et pour avoir les degrés aussi grands qu'il est possible; toute la longueur du tube ne doit pas contenir plus de dix à douze degrés depuis environ 53 jusqu'à 63 (de Fahreneit); alors on prend une petite plaque circulaire de verre dont

le diamètre soit à-peu-près le même que celui de l'extérieur du col de la bouteille, et dont une surface doit être bien polie et bien unie; l'on fait au centre de cette plaque un trou qui doit recevoir l'extrémité du tube du thermomètre qui doit s'y adapter d'une manière exacte et solide. Lorsque la plaque est placée sur le col de la bouteille, la boule du thermomètre doit descendre presque jusqu'à son fond. Quand on a pesé à une balance très-sensible la bouteille munie du thermomètre, ou plutôt quand on a déterminé son contre-poids, on la remplit d'eau distillée qui doit avoir à-peu-près la même température que le lieu de l'expérience; ensuite on y plonge le thermomètre qui fait verser de l'eau par l'ouverture de la bouteille, et la plaque de verre qui s'applique à la surface supérieure du col, exprime toute la partie de l'eau qui s'étoit élevée au-dessus de la surface. Cela étant fait et la tare de l'appareil étant restée dans la balance, on pèse l'appareil rempli d'eau, et l'on observe la température indiquée par le thermomètre : par-là on a le poids de la quantité d'eau distillée qui remplit la bouteille; on vuide cette bouteille, on la sèche avec soin et on la remplit du mêlange qu'on veut éprouver; dans cet état on la pèse de nouveau, on observe la température que l'on

suppose ici être la même que celle de l'eau ou de 60 degrés. A présent il est clair *que le poids de l'eau distillée est à celui du mélange comme l'unité est à sa gravité spécifique, à la même température.* Nous avons par-là la gravité spécifique d'un mêlange qui contient $\frac{65}{100}$ de son volume d'alcool, et l'on peut déterminer par la même méthode la gravité spécifique de tout autre mêlange.

L'objet de la seconde partie est de déterminer la quantité de l'expansion ou de la contraction qu'éprouvent les mêlanges pour différens degrés de température. Je vais donner la description d'un instrument par le moyen duquel on peut obtenir les résultats en dix millièmes parties du volume du mêlange.

Prenez un vaisseau de verre de la forme représentée par la *fig.* 2, *Pl. II*, et qui consiste en une boule de verre de diamètre de $\frac{1}{4}$ pouces et de laquelle s'élève un tube semblable à celui d'un thermomètre à esprit-de-vin. La boule et le tube doivent avoir entr'eux des proportions telles que lorsqu'ils sont remplis d'alcool et plongés dans la glace, la surface de l'alcool qui est dans le tube s'abaisse tout près de la boule, et que quand ils sont plongés dans l'eau échauffée jusqu'à 100 degrés (de Fahreneit), l'alcool s'élève jusque près de l'extrêmité du tube. Pour

pouvoir remplir d'un fluide ce thermomètre sans appliquer la chaleur, il y a un tube court qui s'élève d'un côté de la boule et qui peut être fermé avec un bouchon qui lui est adapté très-exactement. Après avoir pesé le vase vuide, versez-y une quantité de mercure qui remplisse la boule et la moitié du tube, et gravez une marque à la surface du mercure. Dans cet état pesez le vase de verre et vous déterminez le poids de la quantité du mercure qui égale la cavité de la boule et de la partie du tube qui est au-dessus de la marque: prenez une autre quantité de mercure égale à la centième partie de la première, et après l'avoir versée dans le tube, faites une marque au point où se trouve alors la surface du mercure: mettez encore une quantité égale de mercure, et marquez sa surface. Cela fait, ôtez les deux parties que vous venez d'ajouter et de plus $\frac{1}{100}$ de la quantité primitive, et marquez le tube à la surface du mercure; ôtez-en encore une quantité égale, et faites une marque à la surface du mercure: il est évident que l'espace ou la cavité intérieure du tube qui se trouve entre chacune de ces marques, est égale à $\frac{1}{100}$ partie du volume du mercure que l'on a d'abord mis dans le vase de verre. Divisez en centièmes les espaces qui se trouvent entre chacune de ces marques, en

ayant égard à l'inégalité du calibre intérieur du tube, s'il s'y en trouve, et l'espace qui sera entre chacune des divisions sera égal à $\frac{1}{10000}$ partie de la cavité occupée par la quantité de mercure que l'on a d'abord mise dans le vase. Il conviendroit de fixer cet instrument sur une échelle de cuivre ou d'ivoire ou d'une autre substance, et les divisions y seroient graduées, en commençant par celle qui est à la surface de la quantité de mercure qu'on a d'abord mise dans le vase, laquelle marqueroit o, et le nombre des divisions au-dessus et au-dessous de ce point, à chaque dixième seroit gradué par 10, 20, 30, etc. : les nombres au-dessus de o indiqueroient la quantité de l'expansion en dix millièmes parties du volume, et ceux au-dessous de o indiqueroient la contraction en dix millièmes (1).

Pour faire usage de cet instrument, l'on n'a qu'à remplir la boule et le tube jusqu'à la division o, du fluide qu'on veut éprouver à une température donnée, par exemple, à 60 degrés. On facilite l'introduction de la liqueur en ôtant le bouchon, afin que l'air puisse s'échapper de

(1) Dans ce procédé je préfère le mercure aux autres fluides, parce que l'exactitude qu'on peut donner à l'échelle est proportionnelle à leur densité.

la boule, et on le remet après : cela étant fait ; plongez l'instrument avec un thermomètre très-exact dans un grand vaisseau rempli d'eau échauffée à-peu-près à 100 degrés, et dans lequel la température change lentement : observez très-exactement la descente du mercure à chaque degré de son échelle, et en même tems marquez les divisions parcourues par la surface du fluide sur l'échelle d'expansion; elles exprimeront les quantités d'expansion en dix millièmes pour ces degrés de température : observez de même la quantité de la contraction, lorsque la température est au-dessous de 60 degrés, ou lorsque la surface du fluide est dans l'instrument au-dessous du 0 de l'échelle.

Il peut être plus commode pour l'usage, que l'instrument, au lieu d'avoir un bouchon, soit formé de deux tubes qui s'élèvent parallèlement sur la boule comme dans la *fig.* 4, *Pl. II*, de manière que lorsqu'on introduit le fluide par un tube, l'air de la boule puisse s'échapper par l'autre tube. Tout le reste du procédé est tel qu'il a été décrit, et il est inutile de le répeter : il faut seulement avoir égard aux calibres intérieurs des deux tubes.

De cette manière on a un instrument que je regarde plutôt comme l'ouvrage d'un constructeur d'instrumens que comme celui d'un

physicien, et par lequel on peut obtenir d'une manière facile la contraction ou l'expansion d'un fluide en dix millièmes parties de son volume par chaque degré du thermomètre, et éviter par-là plusieurs inconvéniens des déterminations d'expansion par le poids.

Venons à présent à la troisième partie, dans laquelle je décrirai une nouvelle *balance hydromètre.*

En considérant que la tige de l'hydromètre ordinaire a toujours la même proportion avec la grandeur de la boule, d'où il suit que les gravités spécifiques déterminées par cet instrument peuvent être erronées et exigent une correction; en considérant encore que le fluide adhère à la tige, et que cet instrument est extrêmement sujet aux accidens, j'ai été porté à construire quelqu'instrument plus simple, plus exact et qui fût moins sujet à être dérangé. Avec un instrument tel que celui que je vais décrire, on peut avec facilité et exactitude déterminer la pesanteur spécifique d'un fluide à $\frac{1}{600}$ près du total. Il a de plus l'avantage qu'il exempte de l'usage de deux tables qui sont indispensables lorsqu'on fait usage de l'hydromètre ordinaire, l'une pour corriger les erreurs qui proviennent de la tige, l'autre pour réduire en parties centésimales la gravité spécifique d'un mélange.

J'ai imaginé pour cet instrument différens mécanismes dont quelques-uns sont plus avantageux que les autres ; mais pour donner une idée du principe, je décrirai celui dont la construction a le plus de simplicité.

La *balance hydromètre* est formée d'un levier de cuivre d'environ quatre pouces de long, qui se meut sur un axe (voyez la *figure* 5, *Pl. II*) ; à l'extrêmité du levier est un crochet auquel est suspendue une boule de verre par le moyen d'un crin : l'axe du levier se meut dans un espace qui se trouve entre deux supports, et pour pouvoir dégager le levier et son axe, lorsque les circonstances l'exigent, les deux supports s'entr'ouvrent, en pressant un bouton, et laissent l'axe en liberté. Sur le levier est une pièce mobile ou un poids que l'on peut glisser le long de la tige, et sur cette tige ou levier sont deux échelles, l'une qui indique la gravité spécifique du fluide que l'on soumet à l'expérience, l'autre la quantité d'alcool qui se trouve dans un mêlange donné d'alcool et d'eau en centièmes parties du volume. La première de ces échelles contient deux cens divisions, dont la dernière se trouve du côté du crochet, et est indiquée par le nombre 1000, les autres sont indiquées à chaque dixième par les nombres 900, 980, 970, etc., jusqu'à

800 : l'autre échelle ne contient que 100 divisions, et sa graduation se fait à chaque dixième nombre commençant près du crochet par 0, 10, 20, etc. jusqu'à 100. Les indices pour ces divisions sont sur le poids mobile.

Le vaisseau qui contient le mêlange peut être de verre ou de métal; et pour la commodité du transport, le soutien est fait de manière qu'il peut être dégagé du bord du vaisseau, quand on le veut.

L'application de la balance hydromètre à la détermination de la gravité spécifique d'un fluide, se fait comme il suit:

Mettez une quantité suffisante du fluide qui doit être examiné dans le vaisseau, et fixez le soutien sur son bord, fixez aussi l'axe de la balance dans l'espace qui doit le recevoir entre les supports : plongez le tube de verre dans le fluide qui est dans le vaisseau, et glissez le poids le long de l'axe, jusqu'à ce que ses deux extrêmités soient en équilibre : le nombre des divisions, déterminé par un index fixé au poids que l'on fait glisser, donne la pesanteur spécifique du fluide en millièmes parties; l'autre index donne en centièmes parties, sur l'échelle qui lui appartient, la proportion d'alcool qui se trouve mêlé avec l'eau au degré de température donné.

Je ne dois pas omettre de faire remarquer que la boule plongée dans le fluide étant de la même matière que les vaisseaux avec lesquels on a fait les expériences pour déterminer l'expansion et les gravités spécifiques, l'on n'a pas besoin de correction relativement à la dilatation de ces vaisseaux par la chaleur; mais lorsqu'on emploie des matières qui éprouvent des dilations différentes, il faut corriger les résultats par la différence qui se trouve entre les quantités de dilatation de ces substances. Si l'on trouvoit une matière qui éprouvât le même degré de dilatation que le moyen des mélanges, le thermomètre deviendroit inutile, et les irrégularités de la dilatation des mélanges à différentes forces seroient trop petites pour produire une erreur sensible dans la quantité du droit à percevoir.

Peut-être par ces considérations une boule de cet alliage que l'on a d'abord appelé *bath métal* et qui est blanc ressemblant à l'argent, mais qui est beaucoup plus dur et qui est très-peu sujet à être corrodé par les liqueurs spiritueuses, sera la matière la plus convenable, la dilatation qu'il éprouve étant à-peu-près la moitié de celle de l'eau-de-vie d'épreuve (proof spirit): alors l'expansion relative entre l'alcool et le métal n'est que la moitié de celle qui se trouve

trouve entre l'alcool et le verre. Conséquemment une erreur dans la détermination de la température du fluide ne produit que la moitié de l'erreur dans la gravité spécifique.

La quatrième partie est relative aux moyens d'obtenir la quantité proportionnelle d'alcool d'une gravité spécifique donnée contenue dans le mêlange qu'on appelle à présent *épreuve*, *proof*; laquelle est établie au poids de 7 livres 12 onces par gallon à la température de 55 degrés.

Quoiqu'il y ait plus de vingt ans que le terme d'*épreuve* ait été établi, la proportion d'alcool dans le mélange qui remplit les conditions précédentes, n'a jamais été déterminée. Les hydromètres faits par différens constructeurs ne s'accordent pas dans la fixation de ce point et différent, comme je sais, de plus de 7 $\frac{1}{2}$ par 100; et le gouvernement, pour éviter les difficultés, a été obligé de passer un acte pour légaliser pour un tems court l'hydromètre de Clarck tout seul, quoiqu'il soit très-probablement aussi vague qu'aucun des autres, particulièrement pour les mélanges qui sont beaucoup plus spiritueux que l'épreuve.

Mais si l'on emploie des moyens convenables, ce terme peut être fixé avec autant de précision que tout autre. Je n'ai point de doute que

par la méthode que je vais décrire, on n'obtienne la valeur de ce terme à $\frac{1}{10000}$ près du total.

L'obstacle qui s'est opposé jusqu'à présent à la détermination de ce terme, vient de la difficulté d'obtenir *en pratique* l'exacte capacité de gallon : on a à la vérité statué qu'il contenoit 231 pouces cubes; cependant malgré les grands soins qu'a pris une comité établi par la chambre des communes vers l'an 1758, pour cet objet, et aidé du secours de plusieurs mécaniciens ingénieux, ce point fut laissé indéterminé. La méthode dont on fit usage consistoit à faire des cubes de différentes dimensions, à commencer par un pouce, lesquels furent exécutés avec beaucoup de soin par feu M. J. Bird, et sont à présent, comme je le sais, au dépôt de la chambre des communes. Mais si l'on considère la difficulté de faire un cube exact et celle de déterminer sa cavité avec précision, l'on sent que l'on ne peut donner une grande confiance à l'exactitude de la mesure du gallon qu'on a obtenue par cette méthode.

La figure géométrique la plus simple qu'on puisse exécuter avec exactitude semble être le cylindre. Par le moyen d'un instrument que j'emploie dans mes atteliers, on peut faire un cylindre et le mesurer sans beaucoup de peine jusqu'à $\frac{1}{5...}$

d'un pouce. L'on n'a donc qu'à faire un cylindre de cuivre ou d'autre métal d'environ 6 ou 8 pouces de diamètre et d'environ la même longueur. Le cuivre doit être préféré à tout autre métal, parce que ses dilatations sont les mêmes que celles de nos mesures de pouces, qui sont ordinairement faites de ce métal; son poids doit être tel qu'il le fasse plonger dans l'eau; et ayant déterminé avec soin ses dimensions en pouces et en dixièmes de pouce, l'on n'a plus qu'à le peser avec beaucoup de soin dans l'air et ensuite dans l'eau distillée avec une balance très-exacte, et par ce moyen on obtient une quantité d'eau égale à la solidité du cylindre; alors on a cette simple proportion : *comme le solide du cylindre déterminé en pouces est à son poids d'eau, 231 pouces sont au poids du gallon de ce fluide.*

Ayant ainsi obtenu le poids du gallon d'eau, pour se servir de ce résultat l'on n'a qu'à construire un vase de cuivre de quelque forme convenable, ayant un petit col et de telle grandeur que, lorsqu'il est plein d'eau distillée, son contenu soit le poids d'un gallon, comme on l'a déterminé auparavant à la température de 55 degrés : mais le meilleur moyen de déterminer si le vaisseaux est plein, est d'y verser de l'eau, jusqu'à ce que sa surface s'élève par un

effet de son attraction au-dessus du col du vase : alors en plaçant une lame de verre sur la surface de l'eau, elle chassera par sa pression tout ce qui passe au col du vaisseau.

Nous avons par-là un moyen usuel d'obtenir la quantité exacte du gallon, après quoi il ne sera pas difficile de déterminer la proportion de l'alcool dans un mélange, puisque, lorsque la mesure du gallon est remplie, ce que contient cette mesure peut penser exactement sept livres douze onces à une température donnée. L'on peut obtenir cela sans une erreur qui excède la vingt-millième partie du tout. De-là nous pouvons parvenir à une mesure permanente de capacité, et l'on peut employer la même méthode pour établir les mesures de poids, en déterminant la proportion du poids d'un pouce cube, etc. d'eau à celle de nos poids, onces, etc. En conséquence, aussi long-tems que nos mesures de pouces resteront les mêmes, nos mesures de poids et de capacité resteront aussi les mêmes.

Qu'on me permette à présent de comparer la méthode que je viens de rapporter avec celle qui a été décrite pour le même objet dans les Transactions Philosophiques. L'on a adopté la méthode de déterminer par le poids les proportions d'alcool et d'eau, et l'on a ajouté l'eau distillée dans la proportion de 5, 10, 15, etc.

grains à chaque 100 grains d'alcool, de manière que les mêlanges dans les expériences étoient exprimés par les fractions vulgaires dans une progression harmonique, comme $\frac{100}{105}$, $\frac{100}{110}$, $\frac{100}{115}$, etc. les numérateurs dénotant les poids de l'alcool, et les dénominateurs ceux du mêlange. Au contraire mes expériences sont prises en parties centésimales du mêlange par mesure, comme $\frac{95}{100}$, $\frac{90}{100}$, $\frac{85}{100}$, etc. ou 95, 90, 85, etc. par 100 du volume.

Or toute transaction relative à la vente ou au droit sur la liqueurs spiritueuses étant réglée par la mesure et non par le poids, il est évident qu'avant que leurs résultats puissent être d'usage, ces proportions par poids doivent être réduites en leurs équivalens en mesure; que les effets de la concentration doivent entrer en compte, etc. et cependant après tout nous ne pouvons par aucun calcul tirer de ces expériences la gravité spécifique de 95 par 100, ou 90 par 100, ou 85 par 100, etc. sans avoir recours à une approximation; ce qui ne doit jamais être fait, à moins qu'il ne soit impossible d'obtenir des résultats directs. Au contraire par la méthode que j'ai décrite, nous remplissons ces conditions par des expériences très-faciles et sans aucun calcul.

De plus, la méthode que les membres de

la société royale ont suivie pour obtenir les gravités spécifiques de leurs différens mélanges, semble être sujette à plusieurs objections, et celle de déterminer l'effet de la chaleur est embarrassante, sans être satisfaisante. Elle est décrite de cette manière: « Ils avoient une bouteille presque sphérique d'environ 2,8 pouce de diamètre; son col étoit formé d'une portion de tube de baromètre d'environ 1 ½ pouce de long: il était parfaitement cylindrique, et son calibre étoit d'environ 25 de pouce, et à l'extérieur près du milieu de sa hauteur étoit gravé un cercle fin pour servir de marque à l'endroit où il falloit élever la liqueur. L'on prenoit, par le moyen de cette bouteille, la gravité spécifique du mélange à différentes températures la liqueur que l'on voulait éprouver étoit d'abord amenée près du degré de température désiré; la bouteille étoit ensuite remplie de cette liqueur jusqu'au commencement du col seulement, afin qu'il restât de la place pour l'agiter; l'on passait ensuite par le col de la bouteille dans la liqueur un thermomètre très-fin et très sensible, qui indiquoit si elle étoit au-dessous ou au-dessus de la température que l'on désiroit. Dans le premier cas on exposoit la bouteille à l'air froid, ou même on la plongeoit dans l'eau froide, et pendant ce tems on

plongeoit fréquemment le thermomètre dans la liqueur, jusqu'à ce qu'il indiquât le point précis de température qu'on vouloit. De même, lorsque la liqueur étoit trop froide, on mettoit la bouteille de l'air chaud, on la plongeoit dans l'eau chaude, ou plutôt communément on la tenoit dans ses mains, jusqu'à ce que par des essais répétés on la trouvât au point desiré. Il faut faire attention que pendant ces opérations par lesquelles on réchauffoit ou on refroidissoit le mêlange, on agittoit fréquemment la liqueur entre chaque immersion du thermomètre, et l'on tenoit l'extrêmité du tube recouverte aussi constamment qu'il étoit possible, soit avec le doigt, soit avec un couvercle d'argent fait pour cet objet. »

Par cette méthode de déterminer les gravités spécifiques et l'effet de la chaleur sur différens mêlanges, l'on est sujet à une perte de tems beaucoup plus grande et à la difficulté d'élever au point desiré de température toutes les parties du fluide qui est contenu dans la bouteille; cequi n'est pas aisé, particulièrement lorsque la différence entre la température de la liqueur et celle de l'air libre est grande. L'on nous dit qu'on produit cet effet en agitant la bouteille, et en laissant moins d'$\frac{1}{100}$ de vide; mais la moindre réflexion parsuadera à chacun que dans

ces circonstances il est difficile de bien mêler un fluide dans une bouteille sphérique. L'on nous dit encore qu'on a obtenu le degré de température du fluide en plongeant de tems en tems un thermomètre dans la bouteille qui le contenoit : or ceux qui sont familiarisés avec les expériences thermométriques savent combien de tems il faut qu'un thermomètre soit plongé dans un fluide avant de pouvoir être assuré qu'il a acquis la même température, même à un demi degré près. Il y a plus : on ne peut avoir cette certitude que lorsqu'on voit le mercure se mouvoir dans le thermomètre en sens contraire, que lorsqu'il a été plongé dans la liqueur; c'est-à-dire, qu'en supposant la température de la liqueur à 80, et celle du thermomètre avant l'immersion à 60, nous ne sommes certains que le thermomètre à la même température que la liqueur, que lorsqu'après s'être élevé à 80, il recommence à descendre par le refroidissement. L'on peut prendre par-là une idée du tems et de la peine qui sont nécessaires pour donner à un mélange le degré de température que l'on desire; je crois même que la chose est impossible, si on ne laisse le thermomètre constamment plongé dans la liqueur. Outre cela, quoique les expériences des commissaires de la société ne soient faites que de cinq degrés en

cinq degrés de température, chaque fluide est soumis au moins à 44 pesées : jugez quel doit être sur la force de la liqueur l'effet de l'évaporation des parties les plus spiritueuses pendant toutes ces opérations, particulièrement lorsque la liqueur a une température beaucoup plus élevée que l'atmosphère, et si vous considérez l'effet du couvercle d'argent que de tems en tems l'on place légèrement sur le col de la bouteille, son pouvoir conducteur différent ne sera pas défavorable à l'évaporation.

Nous ne sommes pas moins sujets à des résultats erronés, lorsque la température du mélange approche de 30 degrés, et que celle de l'air est à 50 ou 60. Quelque soin que l'on prenne à sécher la bouteille, il sera impossible d'empêcher que l'humidité ne se condense à son extérieur; ce qui peut augmenter sensiblement son poids.

Dans mes expériences il est évident que je ne dois peser le mélange qu'une fois; ce qui étant fait à la température du lieu ou très-près de cette température, je n'ai rien à craindre de la différence de température qui peut se trouver dans les différentes parties du fluide. Outre cela la température peut être déterminée avec la plus grande exactitude, parce que le thermomètre reste constamment dans le fluide,

et il ne peut y avoir d'évaporation sensible pendant une simple expérience, parce que la surface de la liqueur est constamment recouverte d'une plaque de verre qui est en contact immédiat avec elle, et il y a peu de disposition à l'évaporation, lorsque la température du fluide est la même que celle de l'atmosphère environnante. Il est indifférent que la température des différens fluides soit la même ou non, lorsque leurs gravités spécifiques ont été déterminées; car ayant la température au tems de l'expérience et le taux de l'expansion, nous pouvons facilement réduire les différentes gravités spécifiques au même degré.

L'on voit par ce qui a été dit combien il est inconvenable de déterminer par le poids l'effet de la chaleur sur les mélanges. Par mon instrument nous n'avons rien à craindre de ce côté, car après que la quantité convenable de liqueur est versée dans le vase, l'extrêmité du tube peut être scellée hermétiquement, jusqu'à ce que l'on soit satisfait des expériences.

Mais le plus grand avantage de la méthode que j'ai donnée, outre son exactitude, est, relativement à l'autre, la briéveté du tems nécessaire pour faire une suite très-complette d'expériences pour déterminer la force des mêlanges ou la quantité d'alcool qui y est con-

tenu, depuis cinq parties d'alcool par cent jusqu'à 100 à chaque degré de température selon le thermomètre de Fahreneit, et cela peut être exécuté en peu de jours par une personne qui n'est pas fort habituée à l'art des expériences : au contraire, quoique les expériences décrites dans les Transactions Philosophiques ne descendent pas plus bas que la force de l'*épreuve*, et que la dilatation n'ait été déterminée que de cinq degrés en cinq degrés, l'on nous dit qu'elles ont occasionné plus de mille pesées.

On devoit raisonnablement espérer qu'on nous auroit fourni quelque règle pour appliquer aux mesures les proportions d'alcool déterminées en poids; mais comme on a omis cet article, je donnerai, pour ceux qui ne sont pas bien familiarisés avec ces matières, un exemple de calcul pour cet objet : ce sera le calcul du nombre de gallons d'alcool contenu dans chaque cent de mêlange pour la proportion de 100 grains d'alcool et de 35 d'eau.

Supposez la gravité spécifique de l'eau 1, et celle de l'alcool 825, le volume de la quantité d'alcool pesant 100 grains sera 121, 2121, etc. lequel étant ajouté à 35, volume de l'eau, la proportion dans cette expérience sera exprimée par cette fraction $\frac{121}{156}$, $\frac{2121}{2121}$, laquelle réduite fera

voir que dans chaque 100 gallons du mêlange il y a 77,5945 gallons d'alcool, et le résultat seroit certain, s'il se faisoit un mélange mécanique, c'est-à-dire, s'il n'y avoit pas de pénétration: mais comme les deux substances se pénètrent mutuellement, il faut calculer l'effet produit par cette circonstance. Auparavant il est nécessaire de calculer quelle auroit été la gravité spécifique du mêlange, s'il n'y avoit pas de pénétration, ce qu'on trouvera en divisant 135, poids total des deux substances, par 156,2121 qui est leur volume: le quotient 8642 auroit été la véritable pesanteur spécifique, s'il n'y avoit pas eu de pénétration.

Mais la diminution de volume par la pénétration étant en raison inverse, comme la gravité spécifique par calcul et à la gravité spécifique déterminée par l'expérience, nous aurons la proportion suivante : Comme 8642, qui est la gravité spécifique du calcul, est à 88181, qui est le résultat de l'expérience donné dans la table des Transactions Philosophiques, l'unité est à 98004, qui est la quantité à laquelle le volume est réduit par la pénétration ; enfin comme 98004 est à 1, le nombre 77,5945 est à 79,1748, etc., c'est-à-dire que chaque 100 gallons de mêlange d'une gravité spécifique de 88181, contiendra 79,1748 gallons d'alcool

d'une pesanteur spécifique de 825, à une certaine température.

Ainsi après un long calcul nous avons la pesanteur spécifique d'un mêlange qui contient par cent 79,1748 gallons d'alcool ; maintenant c'est la gravité spécifique des parties centésimales du mêlange que nous cherchons ; mais je ne sais comment m'y prendre pour déterminer le mode d'obtenir de ces résultats la gravité spécifique d'un mêlange qui contient 80 d'alcool par cent.

L'on pourroit conclure de ce qui vient d'être dit, que je considère le mode présent de déterminer le terme de l'*épreuve*, comme préférable à tout autre : ce n'est cependant pas le cas ; mais il est hors de doute qu'il n'y ait plusieurs avantages à retenir la valeur actuelle de l'épreuve ; on préviendra par-là la confusion qui arrive toujours dans le commerce, lorsqu'on introduit quelque changement de valeur ou de dénominations de marchandises. Je proposerois donc de déterminer quelle est la gravité spécifique de l'*épreuve* par l'hydromètre de Clark, ou comme elle étoit fixée (par le poids, par gallon, et de faire de cette gravité spécifique le terme : retenant ainsi la valeur actuelle de l'épreuve, la bouteille (*the bubble*) reste encore une indice lorsqu'on n'a pas des hydromètres sous sa main ; et l'épreuve étant presque le

terme moyen des différentes forces auxquelles les liqueurs spiritueuses sont importées, nous facilitons le calcul pour réduire à cette valeur les droits sur les liqueurs spiritueuses à différens degrés de force: notre multiplicateur seroit rarement plus grand que 11, parce qu'on ne permet d'importer d'aucun endroit, si ce n'est des Indes occidentales, des liqueurs spiritueuses plus fortes que 11 pour cent comparativement avec l'épreuve; au lieu que si le terme de l'épreuve auquel le droit est établi, étoit pris à une gravité spécifique de 825, nous aurions une réduction considérable, notre multiplicateur seroit rarement moindre que 72 et souvent au-dessus de 90.

Relativement au thermomètre dont on doit faire usage avec la balance hydromètre, outre l'échelle de Fahreneit, il pourroit être utile d'avoir des échelles pour l'effet de la chaleur sur les mélanges de différentes pesanteurs spécifiques, ou qui diffèrent par centièmes d'alcool, lesquelles dénoteroient quelle réduction ou agmentation devroit être faite par centièmes sur le droit de l'épreuve. La même chose pourroit se faire, ayant le degré de chaleur sur l'échelle de Fahreneit, et l'appliquant à une table calculée pour cet objet. Quand le gouvernement aura fixé la valeur de l'*épreuve*, j'ai l'intention de construire une petite table sur des

principes très-différens de ce qu'on a fait jusqu'à présent, et par laquelle l'effet de la chaleur sur un mélange pourra être déterminé par parties centésimales ou même par fractions de parties centésimales du droit de l'épreuve, et cela par la simple inspection.

Pour éclaircir ce que je viens de rapporter sur l'avantage de se fixer à la valeur actuelle de l'épreuve, et aussi pour faire voir la supériorité des proportions centésimales, je donnerai deux exemples de calcul pour réduire le droit des liqueurs spiritueuses de force et de température différentes, à celles de l'épreuve.

Règle. Par le moyen d'une table ou autrement, calculez le droit sur un nombre de gallons ou par gallon de liqueurs à l'épreuve: alors prenez le nombre des parties centésimales indiquées par la balance hydromètre et aussi celles indiquées par le thermomètre : si les échelles donnent toutes deux des quantités additionnelles ou des quantités qu'il faut soustaire, prenez la somme ; mais si une quantité est additionnelle, et que l'autre soit soustractive, prenez la différence : alors multipliez la somme ou la différence par la valeur de l'épreuve, et le produit, après avoir séparé à droite deux chiffres pour les parties décimales, serra la correction. Si l'on a pris la somme, les deux échelles montreront si cette correction doit être ajoutée à

la valeur de l'épreuve, ou si elle doit en être soustraite ; mais si lon a pris la différence, il faut l'appliquer comme il est indiqué par le plus grand des deux nombres sur sa propre échelle.

Exemple I. Supposons que le droit sur la liqueur d'épreuve est de 7 sols par gallon, et la quantité 120 gallons :

120 à 7 sols.		42 liv.
Force indiquée par l'hydromètre, 7 pour cent au-dessus.	somme	10
Par le thermomètre pour la température, 3 pour cent au-dessus.		
		4,20
La correction qui, étant ajoutée aux 42 livres (les deux nombres étant additionnels), donne. . . . . pour le droit sur le mélange corrigé, pour la force et pour la température.		46,20

Exemple II. 120 gallons à 7 sols, 42 liv.

Par le thermomètre, au-dessous de l'épreuve, 7 p. c. . .	différ.	4
Par le thermomètre au-dessus de l'épreuve, 3 p. cent. . . .		
Correction.	*soustr.*	1,68
Le droit corrigé.		40,32

Mais

Mais avant de faire aucune expérience sur cet objet, le terme de l'épreuve devroit être fixé, et les proportions dont on doit se servir pour les expériences, prises en liqueurs de ce degré de force par les résultats déja donnés dans les Transactions Philosophiques, nous pouvons, au moyen du calcul, approcher assez près de ce que seroit la pesanteur spécifique des mêlanges dont les proportions seroient établies en parties centésimales sur ce terme, aussi loin que les expériences ont été portées; mais les conclusions ne seroient jamais très-satisfaisantes, et l'on répéteroit les expériences sur un plan sujet à moins d'objections et également exact, et cela seroit l'ouvrage de peu de jours, avec une dépense qui, excepté celle des liqueurs spiritueuses, ne passeroit pas de cinq à dix livres.

Cependant il y a certaines circonstances où la densité des liqueurs spiritueuses n'est pas un indice de leur force, car il est bien connu que l'on a commis des fraudes en dissolvant dans les liqueurs spiritueuses quelques substances par lesquelles la pesanteur spécifique a été augmentée sans une diminution sensible de la force, par quoi l'on a éludé l'essai de l'hydromètre ordinaire. Cela m'a engagé à faire les expériences suivantes, non avec une grande exactitude, mais simplement pour donner un exem-

ple de l'usage plus étendu que l'on peut faire de la balance hydromètre.

J'ai pris de l'eau-de-vie telle qu'on en trouve ordinairement chez les marchands : sa pesanteur spécifique étoit 936 à 60 degrés de température; j'y ai ajouté du sucre, non pas, à ce que je crois, autant qu'elle pouvoit en dissoudre : après avoir bien agité la solution, je l'ai laissée en repos pendant 48 heures dans une phiole bouchée, et lorsqu'elle a paru passablement claire, j'ai examiné sa pesanteur spécifique, qui s'est trouvée de 976 à la même température qu'auparavant. Pour éprouver jusqu'à quel point on pouvoit découvrir les dissolutions de cette espèce, j'ai fait un bassin léger de cuivre qui est représenté *fig.* 6, *Pl. II*, et qui peut être suspendu au crochet de la balance par le moyen d'un fil de cuivre : au lieu du crin et de la boule de verre, une extrêmité du fil de cuivre est fixée dans le milieu du bassin, l'autre se termine au crochet qui le fixe à la balance. Le poids du bassin et du fil de cuivre est tel, que lorsque je le suspendois à la balance, et que le poids mobile étoit fixé à 1000, il y avoit équilibre : j'ai mis le poids mobile à 800, et j'ai versé dans le bassin assez de liqueur pour rétablir l'équilibre. J'appellerai cette quantité 200.

Alors j'ai dégagé le bassin, j'ai fait évaporer la liqueur sur le feu, et le sucre est resté au fond du bassin, lequel étant suspendu de nouveau à la balance, et l'équilibre étant rétabli en repoussant le poids mobile le long du fléau, l'index a indiqué 979,7 : par conséquent la dissolution contenoit [illegible] de son poids de sucre. Après cela j'ai pris 200 parties d'eau-de-vie sans sucre, et elles ont laissé par l'évaporation un peu de substance noire qui ne pesoit pas plus de $\frac{1}{1000}$ du tout.

Enfin j'ai pris du rum de la même pesanteur spécifique ou de 936; et y ayant ajouté du sucre avec les précautions décrites, j'ai déterminé sa pesanteur spécifique qui étoit de 964. Le rum sans sucre traité de la même manière que l'eau-de-vie, a laissé de même un résidu qui n'excédoit pas un millième du total.

Ces expériences font voir la possibilité de prévenir les fraudes du droit par de pareilles dissolutions. Peut-être peut-on trouver des substances qui augmentent la densité des liqueurs spiritueuses beaucoup plus que le sucre, et aussi des méthodes de précipiter les substances sans distillation; mais n'étant pas chimiste, je n'en ai pas connoissance. Si l'on étoit instruit que les percepteurs de l'impôt possèdent un instrument propre à découvrir ces fraudes, cela

pourroit empêcher qu'on ne les tentât, et dans les cas de soupçon un percepteur pourroit, en moins de dix minutes, déterminer la proportion du résidu, à moins de $\frac{1}{1.}$ près du tout.

Telle est la précision que j'ai cherchée; mais la balance hydromètre étant un objet nouveau, et les percepteurs de l'impôt n'ayant pas l'habitude de s'en servir, la détermination des gravités spécifiques par son moyen peut paroître d'abord exiger plus de temps que l'usage de l'hydromètre ordinaire; mais je suis persuadé qu'après un exercice d'une heure un percepteur pourra déterminer la gravité spécifique d'une liqueur spiritueuse dans l'espace de deux minutes; et si l'on considère les changemens de poids, etc, je doute beaucoup que l'opération par l'hydromètre ordinaire puisse être faite plus promptement : d'ailleurs le temps seroit amplement compensé par l'exactitude des déterminations.

Mais si nous supposons qu'on fasse usage d'une méthode moins exacte, nous pouvons être certains que, quelles que soient les erreurs, elles tourneront infailliblement au désavantage de l'impôt. Aussi-tôt que ces objets seront arrêtés, les marchands se procureront eux-mêmes les instrumens convenables pour déterminer avec la plus grande précision quel doit être le droit sur leurs liqueurs : si les erreurs sont contraires

à leurs intérêts, ils ne manqueront pas de se plaindre, et des déterminations vagues ne satisferont que ceux à qui elles sont profitables. De plus, un moment de réflexion nous convaincra que la réunion de petites erreurs qui séparément pourroient être considérées comme des bagatelles, feroient une somme très-considerable sur cette branche de revenu public.

Cependant si l'on tenoit aux hydromètres ordinaires, parce que les percepteurs de l'impôt sont accoutumés à leur usage, j'en ai construit un qui semble avoir plusieurs avantages sur ceux que j'ai vus jusqu'à présent; il est formé d'un tube de verre d'environ 4 pouces et de ½ de pouce de diamètre (*fig.* 7, *Pl. II*); l'extrêmité supérieure de ce tube se termine en un plus petit tube, dans lequel est une tige d'ivoire; sur cet ivoire est une échelle qui contient 100 divisions : au milieu est o; les autres graduation au-dessus et au dessous du o indiquent les nombres 10, 20, etc. jusqu'à 50. Le o exprime la force ou la gravité spécifique de la liqueur spiritueuse d'*épreuve* à la temperature de 60 degrés; les divisions au-dessus de o indiquent en parties centésimales de combien la liqueur est plus forte que l'épreuve; celles qui sont au-dessous de o indiquent également en parties centésimales de combien la liqueur est plus foible.

La partie inférieure du tube qui est la plus large contient un thermomètre gradué d'un côté selon l'échelle de Fahrenheit, et de l'autre une échelle qui indique en parties centésimales de la valeur de l'épreuve, de combien la liqueur paroît plus forte ou plus foible qu'à la température de 60 degrés. Le 0 de cette échelle répond au 60e degré de Fahrenheit, et les divisions au dessus et au-dessous de ce point indiquent les nombres 10, 20, etc. Les nombres qui sont au-dessus du 0 désignent le nombre des parties centésimales qu'il faut soustraire pour corriger les résultats de l'hydromètre à la température de 60 degrés : ceux qui sont au-dessous désignent le nombre de parties centésimales qu'il faut ajouter.

On se sert ainsi de cet hydromètre. On le plonge dans la liqueur spiritueuse dont on veut déterminer la valeur, et l'on observe à quelle division de la petite échelle d'ivoire l'hydromètre s'arrête; ce nombre exprime en parties centésimales combien la liqueur se trouve au-dessus ou au-dessous de l'épreuve, en supposant la température à 60 degrés du thermomètre de Fahrenheit, ou au 0 de l'échelle de correction sur le thermomètre : alors on retire l'hydromètre, et l'on examine à quel point de l'échelle de correction s'est fixé le mercure du

thermomètre. Ce nombre exprime en parties centésimales de la valeur de l'*épreuve* la correction, pour réduire le résultat de l'hydromètre à la température de 60 degrés.

Le calcul sera le même que celui qu'on a exposé ci-devant.

Cet instrument semble plus simple et plus convenable que l'hydromètre ordinaire. En réunissant l'hydromètre et le thermomètre, on évite l'embarras de deux instrumens séparés, et le tube inférieur étant à-peu-près cylindrique, il trouve moins d'obstacle à se mouvoir dans un fluide, que s'il avoit la forme sphérique ordinaire. L'échelle étant d'ivoire, les divisions deviennent plus sensibles que celles de toute autre matière; et sans l'inconvénient des poids, l'on a une échelle qui excède les limites auxquelles il est permis d'importer les liqueurs spiritueuses. A cela l'on peut ajouter la commodité des graduations centésimales. Cependant après tout je ne puis m'empêcher de regarder comme plus convenable l'usage de la balance hydromètre, mais dans laquelle il pourroit être préférable d'avoir, au lieu d'une boule, un cylindre de verre qui contiendroit un thermomètre.

DIVERSES EXPÉRIENCES

Sur la combinaison de l'étain avec le soufre ;

Par M. PELLETIER (a).

QUOIQUE nous ne rencontrions point parmi les minéraux la combinaison naturelle de l'étain et du soufre, cependant l'art l'opère avec la plus grande facilité. En ajoutant du soufre à de l'étain que l'on tient en fusion dans un creuset, l'on obtient une substance minérale qui a le brillant métallique, et dont la cassure est quelquefois rayonnée, mais très-souvent lamelleuse ; le soufre s'y trouve, d'après *Bergmann*, dans les proportions d'environ 20 livres au quintal. Cette combinaison est désignée sous le nom d'étain sulfuré, et par des chimistes modernes sous le nom de *sulfure d'étain*. Si l'on veut unir une plus grande quantité de soufre à l'étain, il faut faire usage de procédés particuliers, et se servir de divers intermèdes, tels que le mercure, le muriate d'ammoniaque, et alors au moyen d'un feu con-

(a) Extrait d'un mémoire lu à l'académie des sciences, en janvier 1792.

venable et long-tems continué, l'on parvient à faire entrer dans cette combinaison un peu plus de 40 livres de soufre par 100 livres d'étain (d'après *Bergmann*), et le nouveau produit, qui est de couleur d'or, est nommé or musif.

La préparation de l'or musif a été décrite par *Kunkel.* Plusieurs pharmacopées ont aussi indiqué la manière de le préparer. On le faisoit autrefois prendre intérieurement, mais aujourd'hui l'or musif n'est plus d'usage en médecine; on l'emploie pour des décorations, les physiciens s'en servent aussi pour frotter les coussinets des machines électriques.

Pour préparer l'or musif, l'on employoit parties égales d'étain, de mercure, de soufre et du muriatique d'ammoniaque; mais M. de Bullion nous a appris que l'on pouvoit diminuer la dose de soufre et surtout celle du muriate d'ammoniaque, et obtenir autant d'or musif et d'une aussi belle qualité; et, suivant M. de Bullion, il est nécessaire que l'étain soit pourvu de tout son phlogistique, pour que l'or musif puisse s'obtenir. *Bergmann* le croyoit de même; et comme personne n'a écrit contre leur opinion, il paroît que c'est celle qui est généralement reçue. J'indique assez le sujet de mes observations, qui seraient de peu d'intérêt, si elles

n'étoient accompagnées d'une suite d'expériences dont je vais présenter les détails.

Première Expérience.

Parties égales de mercure, de muriate d'ammoniaque, d'étain et de soufre, m'ont donné de l'or musif très-beau : c'est le premier des procédés connus que l'on trouve décrit dans presque tous les livres de chimie : j'y renvoie pour la manipulation.

Seconde Expérience.

Huit onces d'étain, huit onces de mercure, dix onces de soufre et quatre onces de muriate d'ammoniaque, m'ont donné de l'or musif très-beau ; c'est le procédé indiqué par M. de Bullion, dans lequel il y a de moins deux onces de soufre et quatre onces de muriate d'ammoniaque : c'est particulièrement sur ce dernier ingrédient que porte l'économie, puisqu'il est diminué de moitié. Le mercure et le muriate d'ammoniaque que l'on emploie dans ces deux procédés servent à diviser et à oxider l'étain, qui ensuite à l'état d'oxide s'unit au soufre et fait l'or musif. Il est difficile de suivre exactement ce qui se passe dans ces opérations.

Je ne parlerai pas de l'explication que l'on en a déjà donnée; mais voici comment je conçois que l'on doit concilier les résultats qu'elles nous

offrent avec les principes adoptés par des chimistes modernes De la réaction du muriate d'ammoniaque sur l'étain survient un dégagement de gaz hydrogène; l'étain, qui se trouve ensuite à l'état d'oxide, décompose le muriate d'ammoniaque, et l'ammoniaque qu'il en dégage s'unit avec le soufre, et tous deux passent dans la distillation sous la forme de sulfure d'ammoniaque. L'acide muriatique s'unit à l'étain oxidé, et forme du muriatique d'étain dont une très-petite partie passe dans la distillation; l'autre portion est ensuite décomposée par l'action du feu, et l'oxide d'étain qui reste s'unit au soufre et forme de l'or musif. L'acide muriatique qui se volatilise, rencontrant de l'ammoniaque s'y unit et régénère du muriate d'ammoniaque. Il y a aussi dans cette opération une portion d'étain qui a été simplement oxidée, et qui dans cet état s'est unie au soufre et a produit de l'or musif. Il y a de plus une portion de muriate d'ammoniaque qui échappe à la décomposition, et qui se sublime en nature. Quant au mercure, il s'unit au soufre, et leur combinaison donne du sulfure de mercure qui se sublime. L'on trouve quelquefois une petite portion d'or musif dans la partie supérieure des vaisseaux dans lesquels l'opération a été faite; cet or musif est en belles lames souvent exagones. Au pre-

mier apperçu l'on croiroit que c'est de l'or musif qui s'est volatilisé; mais comme il n'est point volatil, voici comment il paroît que cette sublimation a pu avoir lieu : le muriate d'ammoniaque, en se volatilisant, enlève avec lui une petite portion d'oxide; et c'est cet oxide d'étain qui dans le moment de la volatilisation s'unit au soufre qu'il rencontre sous l'état de vapeur, et l'or musif qui résulte de leur union, s'attache dans l'endroit où il vient d'être formé. L'on ne doit donc point regarder cet or musif comme volatilisé. La complication du procédé pourroit laisser des doutes sur l'explication que je donne de la formation de l'or musif: je vais donc l'appuyer des résultats de quelques expériences directes et moins compliquées. Il est très-essentiel, dans les procédés que je viens de rapporter, de bien ménager le feu; car s'il est un peu trop poussé, alors il passeroit sur la fin de l'opération de l'acide sulfureux, et au lieu de l'or musif l'on n'obtiendroit qu'une substance qui seroit noire, et qui auroit un aspect métallique.

Troisième Expérience.

J'ai fait dissoudre 600 grains d'étain dans environ 4 onces d'acide muriatique. Les phénomènes de cette dissolution étant connus, je n'en parlerai point. J'ai mis ensuite la liqueur dans

une capsule de verre, et j'y ai ajouté 600 grains de soufre. J'ai placé la capsule sur un bain de sable à une douce chaleur, et je l'y ai laissée jusqu'à ce que la matière fût devenue concrète. Dans cette évaporation, il s'est dégagé beaucoup de vapeurs d'acide muriatique. Le résidu ayant été pulvérisé pour que le mélange se trouvât exact, je l'ai ensuite introduit dans une cornue que j'ai chauffée comme dans les opérations ordinaires de l'or musif. Dans cette distillation, il s'est sublimé, dans le col de la cornue, du muriate d'étain concret, ensuite un peu de soufre; ce qui restait dans la cornue étoit de l'or musif d'une belle couleur.

Quatrième Expérience.

Un mélange de parties égales de limaille d'étain, de soufre et de muriate d'ammoniaque a donné à la distillation du sulfure d'ammoniaque, du gaz hydrogène sulfuré, un peu de soufre et du muriate d'ammoniaque : ce qui restoit dans la cornue étoit de l'or musif très-beau.

En réfléchissant sur ce qui se passe dans cette opération l'on voit que le muriate d'ammoniaque est décomposé par l'étain, que l'ammoniaque dégagé s'unit à du soufre, et forme du sulfure d'ammoniaque; l'on voit encore que

l'acide muriatique s'unit à l'étain et en dégage du gaz hydrogène qui, en se volatilisant, entraîne un peu de soufre et forme le gaz hydrogène sulfuré. Enfin le muriate d'étain est ensuite décomposé par l'action du feu, comme dans la dernière expérience. L'acide muriatique dégagé retrouve de l'ammoniaque avec lequel il régénère du muriate d'ammoniaque, et l'oxide d'étain qui reste fixe, s'unit au soufre et fait l'or musif.

Cinquième Expérience.

Dans les précédentes expériences j'ai observé que pour peu que l'on donnât un coup de feu trop fort, ce n'étoit point de l'or musif, mais de l'étain sulfuré que l'on obtenoit. Je puis même dire que les artistes les plus exercés à cette opération n'y réussissent pas constamment. Il falloit donc trouver le moyen de tirer parti des opérations manquées, c'est-à-dire de pouvoir faire de l'or musif avec de l'étain sulfuré, puisque c'est toujours ce produit que l'on obtient lorsque le feu a été poussé trop fort, quels que soient les ingrédiens qu'on ait employes : c'est donc dans ces vues que j'ai tenté les expériences suivantes. Je vais, avant tout, indiquer le procédé que j'ai suivi pour sulfurer l'étain. J'ai fait fondre dans un creuset 100 onces

d'étain fin; lorsqu'il a été fondu, j'y ai ajouté du soufre par parties, jusqu'à ce que l'étain en parût saturé : à chaque projection de soufre le métal devenoit sensiblement moins fusible. Ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'y ai laissé refroidir le produit de la sulfuration, afin d'en perdre le moins possible. L'étain ainsi sulfuré avoit augmenté de poids; il pesoit 116 onces et demie. Cette augmentation ne répond qu'à environ 15 livres de soufre par 100 livres d'étain. Cependant *Bergmann* dit que l'étain peut par ce procédé retenir près de 20 livres de soufre. Il est vrai que dans l'acte de la sulfuration il peut s'être volatilisé de l'étain, et c'est sans doute par la voie humide que *Bergmann* aura examiné l'étain sulfuré, pour s'assurer que le soufre y existe dans les proportions de 20 livres au quintal.

L'étain sulfuré par le procédé que je viens de décrire, présentoit une masse métallique lamelleuse, ayant un aspect bleuâtre absolument semblable à celui de la molybdène. Cette masse étoit boursouflée, et elle offroit plusieurs cavités dans lesquelles l'on appercevoit des cristaux d'étain sulfuré, dont la figure étoit le cube passant à l'octaèdre. Dans une des cavités j'ai observé un cristal assez gros n'ayant qu'une pyramide bien prononcée, laquelle offroit un té-

traëdre à facettes équilatérales : ces cristaux ont, pour me servir des termes reçus parmi les minéralogistes, un aspect spéculaire.

Sixième Expérience.

J'ai fait un mélange de parties égales d'étain sulfuré réduit en poudre et de muriate d'ammoniaque; l'ayant introduit dans une cornue de verre lutée, j'en ai fait la distillation, et j'ai eu pour produit, 1.° un peu d'ammoniaque, 2.° quelques gouttes de sulfure d'ammoniaque, 3.° enfin du muriate d'ammoniaque, qui s'est sublimé dans le col de la cornue.

Le résidu de cette distillation offroit une masse noire irisée comme certaines pyrites, boursouflée, très-friable, et dont l'aspect étoit bien différent de celui de l'étain sulfuré. Je regarde cette substance comme une combinaison d'oxide d'étain et de soufre, dans laquelle l'oxide d'étain n'est point saturé de soufre. Je vais confirmer cette donnée par l'expérience suivante.

Septième Expérience.

A un mélange de 600 grains d'étain sulfuré et de 600 grains de muriate d'ammoniaque, j'ai ajouté 600 grains de soufre en poudre; j'ai ensuite introduit le tout dans une cornue, et j'ai procédé à la distillation. Les produits

que

que j'ai obtenus sont du gaz hydrogène sulfuré, du sulfate d'ammoniaque, un peu de soufre et du muriate d'ammoniaque de couleur jaunâtre, qui étoit cristallisé en octaëdre, et dans la cornue j'ai trouvé un peu plus d'une once d'or musif. Les phémomènes qui ont lieu dans cette opération diffèrent de ceux de la précédente expérience, en ce que l'ammoniaque dégagé du muriate d'ammoniaque trouve du soufre libre avec lequel il se combine, et produit du sulfure d'ammoniaque; ils en diffèrent encore en ce que l'oxide d'étain et le muriate d'étain produits, trouvent aussi du soufre non combiné, de manière que l'oxide d'étain s'en sature parfaitement. Aussi ce mêlange fournit-il de l'or musif très-beau et en quantité.

J'ai répété cette expérience avec de l'étain sulfuré provenant d'opération d'or musif qui avoit été trop chauffé, et les résultats que j'ai obtenus ont été les mêmes. Ceux qui s'occupent de la préparation en grand de l'or musif, pourront tirer un bon parti de cette expérience. Je crois aussi que l'on pourra diminuer les doses de soufre et de muriate d'ammoniaque. C'est par des essais variés que l'on déterminera au juste ce qu'il en faudra employer.

Huitième Expérience.

J'ai fait un mélange de trois onces d'étain sulfuré et de trois onces de muriate de mercure corrosif (*a*); l'ayant distillé dans une petite cornue de verre, j'ai eu pour produit des vapeurs blanches qui ont été succédées d'une matière cristalline qui s'est sublimée dans le col de la cornue, laquelle étoit du muriate d'étain; il y a eu aussi du mercure revivifié qui a passé dans le récipient : ce qui restoit dans la cornue étoit de l'or musif très-beau, pesant deux onces et demie. Il est aisé de voir que l'or musif n'a eu lieu que parce que l'étain a été oxidé par l'oxigène contenu dans le muriate de mercure corrosif, et parce qu'aussi il y a eu du muriate d'étain volatilisé; ce qui a fait que le soufre contenu dans l'étain sulfuré s'est trou-

---

(*a*) M. Woulfe, célèbre chimiste anglois, à qui nous devons les appareils de chimie de son nom, lesquels ont beacoup contribué aux progrès de la chimie, a imprimé, il y a nombre d'années, un mémoire dans les Transactions philosophiques sur l'or musif. Je n'ai pu me procurer ce mémoire, mais je sais qu'il y a parlé de l'or musif fait avec le muriate de mercure corrosif, etc. Cette expérience et les autres analogues qu'il aura décrites ne peuvent que confirmer ce que je dis de la nature de l'or musif.

vé suffisant pour saturer totalement la portion d'oxide d'étain qui avoit été produit. Il seroit peut être possible de diminuer la dose de muriate de mercure corrosif, et d'ajouter au mélange un peu de soufre, afin d'empêcher la volatilisation du muriate d'étain. Ce sont des expériences que je me propose de faire. Dans cette expérience et dans la précédente il se produit quelquefois une explosion peu de tems après que la cornue a été échauffée. L'on conçoit facilement ce qui doit produire l'explosion qui est toujours accompagnée de la rupture des vaisseaux, soit que l'on ait fait usage de matras ou de cornue de verre; mais en employant des creusets de terre, comme je l'indiquerai à la suite de ce mémoire, je n'ai point observé de détonation; et dans le cas où elle auroit lieu, le produit de l'opération ne seroit pas pour céla perdu.

Neuvième Expérience.

D'un mélange de parties égales d'étain sulfuré et d'oxide de mercure précipité rouge, préparé par l'acide nitrique, j'ai obtenu, par la distillation, du mercure coulant; le résidu qui étoit friable et d'un gris rougeâtre, examiné à la loupe, paroissoit être un mélange d'or musif et d'une poudre grise.

Dans cette expérience l'oxide de mercure a été révivifié ; l'oxigène qu'il contenoit lui a été enlevé par l'étain qui, ainsi oxidé, a resté uni au soufre et a formé de l'or musif, et comme dans cette expérience il n'y a pas eu assez de soufre pour saturer entièrement l'oxide d'étain, la portion non saturée se trouve mêlangée avec l'or musif; et si l'on venoit à augmenter le feu, alors on obtiendroit une matière noire analogue à celle de l'expérience sixième.

Il faut, pour saturer 100 parties d'oxide d'étain, environ 40 livres de soufre, tandis que l'étain ordinaire est totalement sulfuré avec environ 20 livres de soufre. L'on juge donc que lorsque l'on veut faire de l'or musif avec de l'étain sulfuré, il faut non-seulement oxider l'étain, mais encore y ajouter du soufre, à moins que l'on ne volatilise une portion d'étain, comme cela a eu lieu dans l'expérience huitième.

Dixième Expérience.

J'ai prouvé dans l'expérience cinquième, que l'étain en nature ne peut s'unir à plus de 15 à 20 livres de soufre par quintal ; mais si l'étain est oxidé, il en faut une plus grande quantité pour le saturer. L'expérience que je vais rapporter est une de celles qui me paroissent confirmer que dans l'or musif ou dans l'oxide

d'étain sulfuré, il y a de 35 à 40 livres de soufre au quintal.

Ayant distillé 600 grains d'étain sulfuré et 600 grains de cinnabre (oxide de mercure sulfuré), tous deux bien mélangés, j'ai eu pour produit du mercure coulant, et il restait dans la cornue de l'or musif. Il résulte donc que l'oxigène contenu dans le mercure avec lequel il étoit uni dans le cinnabre, l'a quitté pour se combiner avec l'étain, et qu'alors le mercure revivifié passe à la distillation, tandis que l'étain oxidé retient non-seulement le soufre avec lequel il étoit combiné (dans l'étain sulfuré), mais il retient encore celui que lui a laissé le cinnabre : or, comme dans ce dernier il s'en trouvoit 20 livres au quintal, et dans l'étain sulfuré de 15 à 20 livres, il résulte donc que l'oxide d'étain qui s'est combiné à la totalité du soufre, en retient, dans sa nouvelle combinaison, de 35 à 40 livres au quintal, et c'est alors qu'elle forme l'or musif.

Si l'on distille un mélange de parties égales d'étain sulfuré et d'orpiment; il se sublime de l'arsenic rouge; ce qui reste dans la cornue est une matière noire. Ainsi dans cette expérience l'étain se trouve oxidé en partie, mais il paroît que l'arsenic reste aussi fixé à une portion d'étain. Je ne l'ai indiquée que

pour prévenir ceux qui auroient envie de la tenter.

Onzième Expérience.

Un mélange de 600 grains d'oxide ou de potée d'étain, et de 600 grains de soufre, ayant été distillé dans une petite cornue de verre, il s'est sublimé du soufre dans le col de la cornue; la matière restante formoit une masse noire, brillante, recouverte de soufre fondu; elle se cassoit facilement, et dans la cassure l'on distinguoit qu'elle étoit pénétrée de soufre en nature. M. de Bullion a aussi tenté l'expérience que je viens de rapporter, et il dit qu'il ne s'est point sublimé de soufre; il résulteroit donc qu'il resteroit combiné en totalité, ce qui seroit un phénomène bien intéressant; mais comme cet objet ne tient point à celui que je traite, je considérerai l'expérience d'après son but principal. Elle sembleroit contrarier ce que j'ai avancé, que l'or musif est formé par la combinaison de l'oxide d'étain et du soufre, puisqu'elle n'a pas donné un résultat tel que le raisonnement l'annonçoit. Ce fait demande donc à être éclairci. Je crois avoir trouvé à quoi cela tient; mais afin de le mieux faire entendre, je vais reprendre la série des résultats que l'expérience nous a fournis, dans

les substances même qui ont été employées. Examinons donc l'oxide d'étain, celui dont il est ici question, je veux dire la potée. Ce produit ne doit pas être regardé comme un oxide d'étain parfaitement saturé d'oxigène, car on peut lui en unir une plus grande quantité; il décompose le nitre, et il en dégage une grande quantité de gaz nitreux : c'est, comme on n'en doute point, en s'emparant de l'air pur du nitre. J'ai à ce sujet tenté l'expérience suivante.

J'ai fait un mélange de trois onces de potée d'étain et de six onces de nitre; j'ai mis ce mélange dans un creuset que j'ai tenu à un feu assez fort, pendant quatres heures; la matière s'est simplement agglutinée; elle étoit friable, elle ne pesoit plus que six onces deux gros. J'en ai fait le lavage pour en séparer l'oxide d'étain qui, après avoir été bien édulcoré, se trouvoit parfaitement oxidé et d'une grande blancheur.

J'ai alors pris 600 grains de cet oxide d'étain, que j'ai mêlé à 400 grains de soufre; j'ai ensuite distillé ce mélange à une douce chaleur; il s'est sublimé une très-petite quantité de soufre; il y a eu aussi un peu de gaz sulfureux de produit; et dans la cornue j'ai trouvé de l'or musif.

Cette expérience prouve assez la possibilité

de faire de l'or musif avec l'oxide d'étain; mais pour qu'il ne reste aucun doute à ce sujet, je vais présenter le résultat suivant.

Douzième Expérience.

J'ait fait dissoudre de l'étain dans de l'acide muriatique; j'ai ensuite précipité la dissolution avec la soude; lorsque le précipité a été sec, je l'ai mêlé à un poids égal de soufre en poudre; et de la distillation de ce mélange j'ai eu du gaz acide sulfureux, du soufre sublimé dans le col de la cornue, et pour résidu de l'or musif.

M. de Bullion a décrit cette expérience, mais il n'a pas regardé le précipité que l'on obtient de la dissolution muriatique d'étain par la soude, comme un oxide d'étain. Je ne suis point, à cet égard, de son avis; et comme mon opinion est celle qui est généralement reçue, je ne crois pas devoir insister sur cet objet. Je vais donc passer à une expérience plus concluante encore.

Treizième Expérience.

J'ai fait un mélange de 600 grains d'étain réduit en oxide par l'acide nitreux, et de 400 grains de soufre en poudre; après l'avoir trituré, je l'ai introduit dans une petite cornue de verre

lutée, à laquelle j'ai adapté un petit ballon pour récipient; l'ayant ensuite chauffé, j'ai eu pour produit un peu d'acide sulfureux; la cornue ayant été cassée après la distillation, j'y ai trouvé pour résidu 550 grains d'or musif et du soufre qui s'étoit sublimé dans le col de la cornue. L'on voit maintenant pourquoi l'oxide ou potée d'étain ne donne pas de l'or musif; lorsqu'on la distille avec le soufre : je crois que cela tient à ce que cet oxide n'est pas combiné à une assez grande quantité d'oxigène

Quatorzième Expérience.

J'ai fait un mélange de 600 grains de soufre, de 600 grains de muriate d'ammoniaque et de 600 grains d'oxide ou potée d'étain; l'ayant distillé, j'en ai obtenu du sulfure d'ammoniaque; il s'est en outre sublimé, dans le col de la cornue, du muriate d'ammoniaque mélangé de soufre et de muriate d'étain; ce qui restoit dans la cornue formoit une masse qui avoit peu de cohérence; elle étoit d'un gris rougeâtre, et en l'examinant avec soin, on y distinguoit de petits points brillans de couleur d'or; c'étoit de l'or musif qui y étoit disséminé. On distinguoit encore de petits points blancs et transparens, que j'ai reconnus pour du muriate d'ammoniaque qui n'étoit pas encore sublimé; le poids

total du résidu étoit d'une once quatre gros et demi.

M. de Bullion a fait la même expérience; mais il ne l'a point vue telle que je viens de le décrire. Son but, en la faisant, étoit de vouloir prouver que l'étain devoit être pourvu de son phlogistique, pour qu'il pût produire, par son union avec le soufre, de l'or musif. Voici exactement ce qu'a dit M. de Bullion :

« Il est nécessaire que l'étain soit fourni de « son phlogistique, pour que l'*aurum musivum* « puisse s'obtenir, puisqu'un mélange de huit « onces de potée d'étain, de sel ammoniac et « de soufre, ayant été exposé au feu, le soufre « et le sel ammoniac se sont sublimés, et la « chaux d'étain est restée au fond du matras « sans vestige d'*aurum musivum*.

Il suffit d'examiner ce que j'ai dit, pour sentir que M. de Bullion n'a pas bien vu le résultat de l'opération; il peut aussi avoir donné un coup de feu trop fort, ou bien n'avoir pas examiné le résidu avec assez d'attention. Au reste ce procédé ne peut nullement être employé à faire, avec avantage, de l'or musif. Je n'en ai parlé que parce que l'on pourroit le regarder comme s'opposant à ce que je dis de la nature de l'or musif.

Quinzième Expérience.

J'ai pris 600 grains d'étain sulfuré réduit en poudre ; je les ai mis dans une capsule de verre avec trois ou quatre onces d'acide nitreux. J'ai placé la capsule sur un bain de sable et à une chaleur modérée ; il s'est dégagé beaucoup de vapeurs de gaz nitreux. J'ai évaporé le tout à siccité; et j'y ai ajouté 400 grains de soufre; et pour que le mêlange fût exact, je l'ai trituré dans un mortier de verre, je l'ai ensuite distillé, en observant de bien ménager le feu. J'ai eu au commencement de la distillation un peu d'acide sulfureux, et sur la fin il s'est sublimé du soufre dans le col de la cornue; ce qui restoit étoit de l'or musif. Je ne parlerai point de ce qui s'est passé dans cette expérience, puisque les phénomènes qu'elle offre, sont parfaitement liés à tout ce que j'ai déjà dit.

Seizième Expérience.

J'ai fait un mêlange de 600 grains d'étain sulfuré en poudre et de 400 grains de soufre; l'ayant introduit dans une cornue, j'y ai ajouté une once d'acide vitriolique concentré. J'ai commencé par chauffer légèrement, pour que l'acide pénétrât parfaitement le mêlange; j'ai en-

suite augmenté le feu ; il s'est aussitôt dégagé des vapeurs très-pénétrantes d'acide sulfureux. J'ai continué à chauffer la cornue, et j'ai augmenté le feu par degrés, jusqu'au point de faire rougir légèrement la cornue; les vapeurs d'acide sulfureux ont continué de passer jusqu'à la fin de la distillation; il y a eu aussi un peu de soufre qui s'est sublimé dans le col de la cornue, et pour résidu j'ai eu de l'or musif en quantité.

L'acide sulfureux qui s'est fait sentir dès le commencement de l'opération, doit sa production à l'acide sulfurique qui a abandonné une portion de son oxigène à l'étain : ce dernier, alors oxidé, s'unit au soufre et produit de l'or musif qui reste fixe, tandis que l'acide sulfureux, qui est très-volatil, passe à l'état de gaz.

Dix-septième expérience.

A une dissolution de 600 grains d'étain dans l'acide muriatique, j'ai ajouté du sulfate d'ammoniaque; il s'est fait un précipité rougeâtre couleur de lie de vin. Cette précipitation a eu aussi lieu avec un peu de chaleur; mais il n'y a point eu de dégagement de gaz hydrogène sulfuré; je n'ai reconnu d'autre odeur que celle de l'ammoniaque. Le précipité, ayant été séché a pris une couleur noire; il s'est trouvé peser

une once deux gros; l'ayant distillé à une chaleur douce, il a fourni un peu d'ammoniaque, et le résidu étoit de l'or musif.

Je crois que l'on doit regarder le précipité dont je viens de parler, comme de l'or musif fait par la voie humide, et il ne sera pas difficile d'expliquer sa production, si l'on fait attention à ce qui s'est passé dans le mélange du muriate d'étain et de sulfure d'ammoniaque : le premier est composé d'acide muriatique et d'étain à l'état d'oxide; le sulfure d'ammoniaque est composé d'ammoniaque et de soufre. Ainsi lorsqu'on vient à les mélanger, l'acide muriatique quitte l'oxide d'étain pour s'unir à l'ammoniaque contenu dans le sulfure d'ammoniaque, et de leur union résulte du muriate d'ammoniaque; l'oxide d'étain à son tour s'empare du soufre qu'il trouve dans un état de parfaite division, et de leur union résulte de l'or musif qui n'a besoin que d'être chauffé pour paroître sous la couleur qui lui est particulière.

Dix-huitième Expérience.

Je me suis encore servi d'une dissolution de sulfure de potasse pour précipiter une dissolution de 600 grains d'étain faite par l'acide muriatique; la précipitation a eu lieu sans effervescence, parce que le sulfure de potasse avoit

été fait avec de la potasse pure. Le précipité étoit un peu moins foncé; sa couleur tiroit sur le jaune; lorsqu'il a été sec, il pesoit une once sept gros.

L'ayant distillé, il a donné de l'acide sulfureux et un peu de soufre qui s'est sublimé dans le col de la cornue, et le résidu étoit de l'or musif. Ce précipité doit aussi être regardé comme de l'or musif fait par la voie humide; mais, comme le sulfure de potasse contient plus de soufre en dissolution que le sulfure d'ammoniaque, voilà pourquoi le précipité qu'il donne contient une quantité de soufre plus considérable que celle qui est nécessaire pour saturer l'oxide d'étain : aussi ce précipité fournit-il à la distillation cet excès de soufre.

Je crois avoir fourni suffisamment d'exemples, pour qu'il ne reste pas de doutes sur la nature de l'or musif. Je vais encore ajouter à tous les faits que je viens de rapporter, les expériences suivantes.

Dix-neuvième Expérience.

J'ai soumis à la distillation 600 grains d'or musif, et j'ai chauffé fortement pour faire rougir la cornue; j'ai eu alors pour produit une très-grande quantité d'acide sulfureux; il s'est aussi sublimé 45 grains de soufre; ce qui restoit dans

la cornue étoit une matière noire, brillante, de couleur métallique ; son poids étoit de 483 grains. J'ai aussi trouvé dans le col de la cornue cinq ou six grains d'or musif de la plus grande beauté. J'ai déjà observé que l'or musif n'est pas volatil : ainsi celui-ci doit être de même regardé comme de l'or musif régénéré par l'union d'un peu d'oxide d'étain volatilisé avec un peu de soufre également volatilisé.

En réunissant les produits de cette opération, je trouve 534 grains ; d'après cela le poids de l'acide sulfureux doit être évalué à environ 66 grains.

L'acide sulfureux que fournit l'or musif lorsqu'on le chauffe fortement, est produit par l'oxigène que contenoit l'oxide d'étain, lequel a réagi sur le soufre, et l'a changé en acide sulfureux. Dans cette expérience, comme dans bien d'autres, c'est la différence de température qui dérange l'ordre d'affinité. Quant au soufre qui s'est sublimé, cela est dû à ce que l'étain en nature ne peut en retenir plus de 20 livres au quintal ; tandis que l'oxide d'étain en retient 35 à 40 livres.

Vingtième Expérience.

J'ai fait un mêlange de 200 grains de poudre de charbon et de 600 grains d'or musif ; je l'ai

ensuite introduit dans une petite cornue de verre que j'ai placée dans un fourneau de réverbère; au bec de la cornue j'ai adapté un tube de verre recourbé, enfin l'appareil pneumato-chimique. Le feu ayant été donné par degrés, je l'ai poussé jusqu'à faire rougir la cornue, et il a été entretenu tel pendant trois heures. J'ai recueilli avec soin le gaz que cette distillation a fourni; son volume étoit d'environ 100 pouces cubiques. En ayant examiné les premières portions, j'ai trouvé que c'étoit du gaz acide carbonique contenant environ un centième de gaz hydrogène sulfuré; ce gaz acide carbonique avoit volatilisé, et tenoit comme en dissolution une assez grande quantité de soufre qui se précipitoit très-sensiblement sur l'eau, à mesure que ce gaz étoit absorbé.

Ce gaz acide carbonique précipitoit l'eau de chaux, et en raison du soufre qu'il contenoit, il précipitoit en beau noir la dissolution de plomb par le vinaigre (*a*). Le gaz qui a passé sur la fin de la distillation, contenoit une plus grande quantité de gaz hydrogène sulfuré, et enfin les dernières bulles m'ont paru n'être que du gaz hydrogène presque pur.

J'ai encore observé dans cette distillation,

(*a*) Il seroit intéressant de connoitre la combinaison du gaz acide carbonique et du soufre.

que

que le gaz acide carbonique avoit entraîné du soufre qu'il avoit déposé non-seulement dans les tubes, mais encore dans l'eau de la cuve, à mesure qu'il la traversoit pour gagner la partie supérieure de la cloche. Le résidu de la distillation étoit sous la forme d'une poudre noire, dans laquelle on appercevoit des lames qui avoient un éclat métallique : elles ressembloient à de la molybdène, elles étoient aussi flexibles: c'étoit de l'étain sulfuré divisé par la poudre de charbon.

Il s'étoit encore sublimé dans le col de la cornue un peu de soufre, ainsi que quelques grains de sulfure d'étain semblable à celui qui qui se trouvoit dans le fond de la cornue. Le gaz acide carbonique que fournit l'or musif, traité avec le charbon, prouve encore évidemment que l'oxigène en est un des principes constituans, et que conséquemment l'étain se trouve à l'état d'oxide et non à l'état métallique dans l'or musif.

Vingt-unième et dernière Expérience.

Je vais terminer ces observations en indiquant la manière dont l'étain sulfuré et l'or musif se comportent avec l'acide muriatique.

J'ai mis dans un matras 600 grains d'or musif; j'y ai ensuite ajouté cinq à six onces d'acide

muriatique, et j'ai tenu le matras sur un bain de sable chaud pendant plusieurs heures : l'or musif n'a pas été sensiblement attaqué, et sa couleur a été avivée. J'ai séparé, à l'aide d'un filtre, l'or musif qui, après avoir été séché, pesoit 580 grains : il n'a donc perdu que 20 grains ; perte qui peut être encore attribuée à un peu d'étain sulfuré, qui pouvoit lui être mêlangé, lequel a été dissous par l'acide muriatique : car ce même or musif traité de nouveau avec de l'acide muriatique, n'a pas perdu sensiblement de son poids.

L'étain sulfuré se conduit bien autrement avec l'acide muriatique; celui-ci l'attaque avec force, et la dissolution s'opère avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré.

Cette dernière observation suffiroit pour établir une très-grande différence entre l'or musif et l'étain sulfuré.

Résumé et Conclusion.

Par la série des expériences que j'ai présentées, j'ai fait voir que, lorsque pour faire de l'or musif, l'on employoit, soit l'étain en nature, soit l'étain amalgamé au mercure ou uni au soufre, dans tous ces cas l'étain étoit oxidé par la suite de l'opération J'ai fait voir ensuite que l'on pouvoit combiner directement au soufre

les divers oxides d'étain; que la combinaison même pouvoit être faite par la voie humide. J'ai en outre examiné les résultats que fournit l'or musif étant distillé seul ou mêlangé avec la poudre de charbon. J'ai fait connoître plusieurs moyens pour faire de l'or musif, en se servant de celui qui avoit été trop chauffé; j'ai terminé ce travail en examinant l'action de l'acide muriatique comparativement sur l'étain sulfuré et sur l'or musif. Je crois maintenant pouvoir conclure que l'or musif est le résultat de la combinaison de l'oxide d'étain avec le soufre, qui dans la nouvelle nomenclature sera l'*oxide d'étain sulfuré*.

Addition.

Dans les diverses expériences que j'ai rapportées dans ce mémoire, j'ai fait usage de cornues pour soumettre à l'action du feu les divers mêlanges que je croyois propres à faire de l'or musif, ou à en indiquer la nature. Elles sont en effet très-commodes pour recueillir les divers produits d'une distillation; mais pour la préparation de l'or musif en grand, je ne me sers point de cornue ni de matras, comme on l'a toujours indiqué. Ces vaisseaux sont trop coûteux et moins propres à cette opération que les creusets de terre dont je me sers depuis

long-tems avec le plus grand succès. Voici comment j'opère : lorsque le mélange pour l'or musif est préparé, je le mets dans un creuset évasé, de manière à n'y en mettre qu'au tiers de sa hauteur ; j'introduis ensuite dans le creuset un couvercle en terre échancré en plusieurs endroits. Ce couvercle doit entrer dans le creuset de manière qu'il se trouve à un pouce au-dessus de la matière ; je recouvre ensuite le creuset d'un deuxième couvercle, et je l'y lutte avec un peu d'argile détrempée. Le creuset ainsi disposé, je le mets dans un creuset plus grand, dans lequel je mets du sable. Par ce moyen le creuset contenant le mélange nécessaire pour l'or musif, se trouve dans un bain de sable : alors je place cet appareil immédiatement sur la grille d'un fourneau ordinaire, et je le chauffe ensuite avec précaution. En général, pour avoir de bel or musif, il faut qu'il soit préparé à une chaleur très-douce et long-tems continuée : le degré de feu nécessaire pour sublimer le muriate d'ammoniaque, est celui qu'il faut maintenir pendant que l'on fait cette opération, qui exige ordinairement de huit à dix heures ; il n'y a pas même d'inconvénient à continuer le feu plus long-tems, pourvu toutefois qu'on ne le pousse pas au-delà du degré que j'indique. A ce degré de feu l'or musif n'est pas décomposé.

Un des grands avantages que l'on trouve à se servir de creusets pour faire l'or musif, c'est que le même creuset peut servir nombre de fois à de nouvelles opérations; au lieu qu'en se servant de cornues de verre ou de matras, il faut les casser à chaque opération, ce qui nécessite une grande dépense. L'on perd en outre une petite quantité d'or musif, par les petits éclats de verre qui s'y mêlent, lorsque l'on vient à casser la cornue; et lorsque l'or musif n'a pas été assez chauffé, il faut le remettre dans une autre cornue; ce qui exige de nouveaux frais. Il faut en outre écraser l'or musif, afin d'avoir la facilité de l'introduire dans la cornue, et alors il ne se remet plus en une seule masse, comme il doit être, lorsqu'il est fait de la première opération. Il y a encore d'autres inconvéniens à employer des matras ou des cornues pour faire l'or musif; le muriate d'ammoniaque, par exemple, en se sublimant, obstrue le col ou l'ouverture de ces vaisseaux; et comme la formation de l'or musif est accompagnée de la production de beaucoup de gaz hydrogène sulfuré et de sulfure d'ammoniaque, ce gaz fait que la cornue éclate quelquefois, parce qu'il ne trouve point d'issue pour se dégager. Cet accident est indépendant de celui qui s'observe à la suite d'une explosion qui arrive quelquefois dès le

commencement de l'opération. J'ai eu occasion d'en parler dans les expériences septième et huitième de mon mémoire : aucun de ces inconvéniens n'a lieu en se servant de creusets, et s'il arrive quelquefois de n'avoir pas donné assez de feu à l'or musif, on le reconnoît facilement en délutant le couvercle du creuset : alors, sans rien déranger, l'on peut réchauffer de nouveau le creuset et achever l'or musif. En un mot, la préparation de l'or musif sera maintenant une des opérations de chimie les plus faciles à faire, tandis qu'on l'a toujours regardée comme une des plus embarrassantes et des plus sujettes à manquer.

Plusieurs des procédés que j'ai décrits peuvent être employés à faire de l'or musif à peu de frais. J'observerai encore qu'il est avantageux d'ajouter une petite quantité d'eau dans les mélanges : l'opération n'en réussit que mieux ; il faut aussi avoir l'attention de conserver le muriate d'ammoniaque qui se sublime et s'attache au couvercle supérieur du creuset, et le faire servir en place de nouveau sel dans une opération suivante. L'on peut de même y faire entrer ce que l'on enlève de dessus chaque pain d'or musif, soit qu'il ait été trop chauffé, ou qu'il ne l'ait pas été suffisamment : avec ces précautions rien ne sera perdu, et tout l'étain pourra

être converti en or musif, et en raison de l'oxidation qu'il éprouve et du soufre qui lui reste combiné, il augmente considérablement en poids : j'ai plusieurs fois obtenu cinq onces et demie d'or musif, de quatre onces d'étain. L'augmentation même seroit plus considérable, s'il n'y avoit pas une petite quantité de muriate d'étain qui se volatilise: ce qui est un motif de plus pour bien ménager le degré de feu. En variant les ingrédiens dans les mêlanges pour la préparation de l'or musif, l'on obtient de l'or musif de diverses nuances; ce qui présentera peut-être quelques avantages lorsqu'on voudra s'en servir dans les décorations, comme on l'employoit autrefois. La facilité avec laquelle on pourra le préparer, et le bon marché auquel il sera possible de l'établir, permettent de l'espérer.

EXTRAIT
D'UNE LETTRE

Envoyée par GEORGES PÉARSON *à* J. H. HASSENFRATZ, *sur la décomposition de l'acide carbonique, et sur la décomposition de l'eau par le phosphure de chaux, etc.*

De Londres, le 21 avril 1792.

.....POUR ce qui est de la chimie, peut-être avez-vous entendu parler des expériences que je viens de faire, et qui confirment la nouvelle théorie. Je prouve que l'acide carbonique est réellement décomposé, en exposant du carbonate de potasse, de soude, de chaux, de baryte, de magnésie ou d'alumine, avec du phosphore, à l'action d'un feu assez fort pour faire rougir le mêlange. Le charbon, après l'expérience se trouve libre ou mêlé avec du phosphate de potasse, de soude, etc. ou avec des alcalis ou des terres non décomposées. La quantité de charbon et d'oxigène que l'on obtient dans cette expérience étant à peu près égale à celle de l'acide carbonique qui disparoît, il

ne peut plus rester aucun doute sur la décomposition de cet acide.

M. Tenant, qui a fait les premières expériences de ce genre, a éprouvé de grandes contradictions lorsqu'il a expliqué ce phénomène par la décomposition de l'acide carbonique, parce qu'il ne comparoit pas la quantité d'acide disparue, et de carbone et d'oxigène recueillie.

Une autre manière de démontrer la décomposition de l'acide carbonique dans cette expérience, est la différence des résultats en combinant le phosphore avec des carbonates alcalins, terreux, etc., ou en combinant directement le phosphore avec les alcalis et les terres: dans ce second cas, on n'obtient point la plus légère quantité de charbon. Le mélange, par exemple, du phosphure et de la chaux vive ou le phosphure de chaux forme une poudre rougeâtre dont je vous envoie un échantillon: cette poudre a la propriété de décomposer l'eau: une partie du phosphore se combine avec l'oxigène, et forme de l'acide phosphorique, qui à son tour se combine avec la chaux et forme du phosphate de chaux; une autre portion de phosphore se combine avec l'hydrogène, forme du gaz hydrogène phosphoré, qui se dégage de l'eau et s'enflamme au contact de l'air atmosphérique avec une sorte de décrépitation

Ce spectacle curieux dure très-long-temps, une pincée suffit pour produire ce phénomène.

J'ai placé le pied d'un nègre sous une cloche pleine de gaz acide muriatique oxigéné; après trois quarts-d'heure d'immersion le pied a été parfaitement blanchi; mais en lavant avec de l'eau de savon le pied blanchi, il redevient noir et reprend sa couleur primitive. Il paroît que la partie extérieure seule de l'épiderme a été blanchie, que cette blancheur a été occasionnée par une poussière blanche qui a recouvert entièrement cette épiderme, et que cette poudre blanche a été séparée de l'épiderme par le savon. J'ai exposé le même pied une seconde fois à l'action du gaz acide muriatique oxigéné; le pied est redevenu blanc comme auparavant, et il a repris sa couleur naturelle en le lavant dans de l'eau de savon; ce qui pourroit faire croire que cet acide peut agir plusieurs fois sur l'épiderme sans changer le *rete mucosum*.

On vient de lire à la société royale un mémoire sur un canard qui s'est noyé dans un étang, et que l'on a trouvé changé en matière grasse semblable à celle du Cimetière des Innocens à Paris.

J. H. Hassenfratz a fait voir à l'académie, dans sa séance du 13 juin, l'expérience de la

décomposition de l'eau par le phosphure de chaux que lui a envoyé Georges Péarson; il a fait voir une quantité assez considérable de charbon provenant de la décomposition de l'acide carbonique par le phosphore.

NOTE sur la Lettre précédente.

MESSIEURS Fourcroy, Vauquelin, Sylvestre et Brongniart le jeune se sont réunis, il y a plusieurs mois, pour répéter les expériences de M. Tenant sur la décomposition de l'acide carbonique; ils se sont fait un plan de recherches suivi sur cet objet, et ils se sont proposé d'éclaircir ce qui peut y être relatif. La latitude qu'ils ont voulu donner à ces recherches ne leur ayant pas permis de les terminer encore, ils n'ont rien publié sur cette matière; mais à la lecture de la lettre de M. Péarson, communiquée à l'académie par M. Hassenfratz dans la séance du 13 juin, M. Fourcroy a cru devoir faire connoître pour ses coopérateurs et pour lui les principaux résultats qu'ils ont obtenus jusqu'ici. Ces résultats se rapportent aux faits suivans :

1°. Il faut des appareils particuliers qui puissent supporter un assez grand feu sans se fondre

ni se briser, qui ne contiennent point ou presque point d'air, qui puissent laisser dégager les gaz, arrêter une portion du phosphore qui se volatilise sans boucher les tubes et intercepter le passage des gaz. Ils ont donc imaginé des appareils particuliers qu'ils décriront.

2°. Il faut chauffer brusquement; l'expérience ne réussit qu'à une température élevée. Lorsqu'on ne la fait pas prendre rapidement au mélange, le phosphore se sublime sans agir sur l'acide carbonique.

3°. Le carbonate de chaux pris dans le marbre pur ou dans le spath calcaire est décomposé, et l'on obtient du charbon mêlé dans le résidu avec du phosphate de chaux; le charbon est en poudre noire, fine, très-reconnoissable et semblable à du noir de fumée.

4.° La chaux, chauffée de la même manière et dans le même appareil avec le phosphore, ne donne point le même résultat; le phosphore s'en empare plus abondamment et plus vîte, une patrie reste combinée avec la chaux sous la forme d'une masse brune, inflammable à l'air et décomposant l'eau à toutes les températures. Cette décomposition produit du gaz hydrogène phosphoré qui se dégage en décrépitant, dont le dégagement dure très-long-temps, et qui présente, en brûlant dans l'air tranquille, l'es-

pèce de couronne déjà observée et décrite par M. Gengembre. M. Raymond, médecin dans le district de Romans, a déjà publié dans les Annales de Chimie, *tome X, page* 19, le moyen d'obtenir du gaz hydrogène phosphoré par la chaux et le phosphore.

5°. Le phosphore traité par la chaux pure nous a aussi présenté quelque peu de charbon dégagé, que nous avons attribué au phosphore lui-même : nous avons pensé que le phosphore pouvoit contenir du charbon. M. Pelletier a dit à cette occasion à l'académie, qu'en brûlant lentement du phosphore, il s'en séparoit souvent une petite portion de charbon, et telle nous paroît être la cause de la couleur brune que prennent souvent les bâtons de phosphore exposés à l'air.

6°. Cette dernière observation sur la présence du charbon dans quelques échantillons de phosphore, doit nécessairement embarrasser le résultat relatif à la quantité d'acide carbonique décomposé dans la première expérience.

Voilà ce qui nous a empêchés jusqu'à présent de terminer ce travail, et ce qui exige une nouvelle suite d'expériences pour obtenir l'exactitude du résultat que nous desirons.

SUR LA NUTRITION DES VÉGÉTAUX,

DEUXIÈME MÉMOIRE;

Par J. H. HASSENFRATZ.

J'AI fait voir dans le premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie, que les expériences qui avoient été faites par MM. Vanhelmont, Duhamel, Tillet, etc. pour prouver que l'eau et l'air étoient les seules substances nécessaires à la nutrition des plantes, étoient insuffisantes; j'ai fait voir de plus que le développement de toutes les plantes qui croissent dans l'eau et dans l'air sans le concours d'autres substances, étoit occasionné par le transport du carbone de l'élément de la plante dans toutes les parties développées, et par l'eau qui augmente le poids total. Je vais m'occuper, dans ce second Mémoire, de l'examen des causes qui contribuent à augmenter la quantité de carbone des plantes.

Bien certainement le chêne parfaitement développé contient plus d'eau, d'hydrogène et de carbone que le gland qui l'a fait naître.

On peut expliquer l'accroissement de l'eau

dans les plantes par celle qu'elles tirent de la terre à leurs racines, et qui se dépose dans leur intérieur.

On peut expliquer l'accroissement de l'hydrogène dans les plantes par la décomposition d'une partie de l'eau déposée dans leur intérieur, et par le gaz oxigène qui se dégage pendant l'acte de la végétation, ainsi que MM. Ingen-Housz et Sennebier s'en sont assurés.

Mais l'accroissement du carbone paroît, d'après les expériences que j'ai rapportées dans mon premier Mémoire, dépendre d'une cause absolument différente.

Le gaz oxigène qui se dégage des plantes pendant l'acte de la végétation, les expériences de M. Sennebier qui font croire que le gaz acide carbonique mêlé à l'eau qui couvre les plantes, augmente la quantité du gaz oxigène qui se dégage, la difficulté d'expliquer ce que devient le gaz acide carbonique qui se forme journellement par la combustion et la respiration, et le remplacement continuel du gaz oxigène employé dans ces différentes opérations, avoient fait adopter par tous les physiciens la brillante hypothèse que l'acte de la végétation décomposoit l'acide carbonique, que les végétaux s'emparoient du carbone de cet acide et rendoient à l'atmosphère son oxigène; qu'ainsi

l'acide carbonique étoit une des substances nutritives des plantes, et qu'il contribuoit à l'accroissement de leur carbone.

J'ai essayé d'après cela à faire développer des plantes dans de l'eau foiblement acidulée d'acide carbonique, et dont l'acidité étoit continué par le moyen d'un appareil adapté aux carafes dans lesquelles les plantes végétoient; ces plantes, analysées après leur développement, n'ont point donné plus de carbone que la graine ou l'oignon n'en contenoit.

Surpris de ce résultat, j'ai examiné avec plus d'attention l'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes, et j'ai fait entrer dans cet examen une considération qui avoit été négligée jusqu'à présent : c'est celle du calorique absorbé ou dégagé.

Les expériences de MM. Lavoisier, Monges et Cawendisch ont fait connoître qu'il se dégageoit une quantité considérable de calorique, en combinant ensemble les gaz hydrogène et oxigène pour faire de l'eau. Les expériences de M. Lavoisier, ainsi que les diverses combustions journalières, ont fait connoître qu'il se dégageoit une quantité considérable de calorique, en combinant le gaz oxigène avec le carbone dans la formation de l'acide carbonique.

Il doit résulter de ces expériences que toute opération

opération qui aura pour objet la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique et le dégagement de l'hydrogène, de l'oxigène et du carbone de ces deux décompositions, absorbera une quantité de colorique considérable.

Il suit de-là encore que si l'acte de la végétation est une opération par laquelle il se décompose de l'eau et de l'acide carbonique en séparant ces trois substances, il doit y avoir du froid de produit par l'acte de la végétation.

Il paroît résulter des expériences de MM. Ingen-Housz et Senebier, qu'il se dégage une quantité considérable de gaz oxigène par l'acte de la végétation, et l'analyse des plantes par expression fait voir que l'hydrogène et le carbone son combinés ensemble dans les végétaux sous l'état d'huile plus ou moins parfaite.

Cela posé, comme la combinaison de l'hydrogène et du carbone libre doit laisser dégager du colorique, il s'ensuit qu'une portion du calorique nécessaire à la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique doit être du calorique dégagé par la formation de l'huile plus ou moins parfaite.

La question du froid ou de la chaleur produits par l'acte de la végétation, dans l'hypothèse de la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique, tient nécessairement aux rapports du

calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène avec le carbone, et du calorique absorbé par la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique et le dégagement de l'oxigène.

Pour m'assurer de ces rapports, j'ai pris des plantes sèches, je les ai brûlées à l'air libre: il y a eu par cette combustion de l'oxigene absorbé, de l'eau et de l'acide carbonique de produit, et il s'est dégagé une quantité considérable de calorique.

Il est aisé d'appercevoir que pendant cette combustion l'inverse absolue de ce qui se passe dans l'acte de la végétation d'après l'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique, a eu lieu, c'est-à-dire que l'huile plus ou moins parfaite s'est décomposée, qu'il y a eu absorption de chaleur par cette décomposition, que l'hydrogène et le carbone libre se sont combinés avec l'oxigène en présence, et qu'il y a eu du calorique de dégagé; et comme en dernière analyse cette décomposition et ces nouvelles combinaisons ont produit du calorique, il s'en suit que la quantité de calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène, de l'oxigène et du carbone dans la formation de l'eau et de l'acide carbonique, est plus grande que la quantité de calorique absorbé dans la décomposition de la combinaison de l'hydrogène et du car-

bone, d'où il doit résulter que dans l'acte de la végétation la quantité du calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène et du carbone, est moins grande que la quantité de calorique absorbé par la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique : qu'ainsi il doit y avoir du froid de produit, si la végétation est un résultat de décomposition d'eau et d'acide carbonique, de dégagement d'oxigène et de combinaison de carbone et d'hydrogène.

D'après cette conclusion j'ai comparé les observations et les expériences qui ont été faites jusqu'à ce jour sur la chaleur dégagée ou absorbée par l'acte de la végétation, et particulièrement celles de Jean Hunter imprimées dans le Journal de Physique de 1777 et de 1781 ; j'ai comparé ces expériences avec le résultat que présente l'hypothèse de la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique, et j'ai trouvé que presque toutes donnoient un résultat contraire, c'est-à-dire qu'elles indiquoient que l'acte de la végétation produisoit de la chaleur. De toutes les expériences connues je n'en citerai qu'une qui se trouve dans le mémoire de M. Jean Hunter, page 297 du premier volume du Journal de Physique de l'année 1777.

M. Hunter exprima des sucs de choux et d'é-

pinards, il les exposa à un froid de 29 degrés du thermomètre de Fahrencit; ces sucs se gelèrent. Ces sucs gelés furent transportés dans un appartement dont la température étoit à 28 degrés de Fahreneit ou environ, — 0,9 de Réaumur; il étendit sur cette glace une pousse de sapin végétante et une feuille de fève; au bout de quelques minutes elles dégelèrent la surface qu'elles touchoient. Il cru que cela pouvoit dépendre du trop de chaleur de ces substances au moment de leur application; mais ayant changé de place la branche de sapin, le même effet eut lieu : donc il y a eu dégagement de chaleur pendant l'interposition.

Il suit de toutes ces considérations que l'expérience sur le dégagement du calorique pendant l'acte de la végétation est tout à-fait contraire aux résultats qui devroient avoir lieu d'après l'hypothèse de la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique par les plantes.

L'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes se trouvant infirmée en grande partie d'après les observations du dégagement de calorique pendant la végétation, j'ai soumis cette hypothèse à un nouvel examen.

Si réellement la végétation est une opération de la nature qui décompose l'acide carbonique et rende à l'atmosphère l'oxigène qui en est

partie constituante, il doit arriver nécessairement qu'en couvrant une plante en pleine végétation d'un grand bocal qui contient déjà une petite quantité d'air atmosphérique, l'air du bocal au bout d'un très-long tems doit être considérablement accru de volume, et sa proportion d'oxigène doit être augmentée.

J'ai pris d'après cela des maronniers d'un et de deux ans, je les ai arrachés de terre, j'ai plongé leurs racines dans des bocaux pleins d'eau, j'ai posé les bocaux dans de grandes terrines pleines d'eau, j'ai recouvert ces plantes avec des cloches, j'ai fait entrer de l'eau dans ces cloches, de manière que le rapport de l'air à l'eau fût tel, que l'augmentation de volume occasionné par la chaleur du jour ne fasse point sortir d'air de la cloche, et que l'eau de la terrine puisse fournir aux condensations occasionnées par le froid de la nuit, afin qu'il n'entre pas de nouvel air dans la cloche.

J'ai exposé mes plantes ainsi disposées sur une croisée de mon appartement exposée au midi.

Mes marronniers ont vêcu fort long-tems, mais j'ai défait mon appareil au bout d'un mois ou d'un mois et demi, et j'ai trouvé assez constamment pour résultat moyen de plusieurs expériences, que non-seulement la quantité d'air

n'étoit pas augmentée, et n'avoit éprouvé dans son volume d'autres variations que celles qui étoient occasionnées par la différence de pression et de température, mais encore que le degré d'oxigénation de l'air contenu sous la cloche, essayé avec le gaz nitreux, étoit à peu près le même avant et après l'expérience.

Quoique quelques-unes de mes expériences m'aient donné, les unes une quantité plus considérable de gaz oxigène, les autres une moindre, comme les différens résultats paroissent dépendre d'une cause particulière que l'on verra plus loin, j'ai cru ne devoir rapporter que le résultat moyen.

Croyant que le peu de variation dans le volume entier de l'air contenu sous mes cloches, et dans lequel la plante avoit été exposée un mois ou six semaines, provenoit d'un défaut de végétation occasionné par la transplantation de la plante de la terre dans l'eau, j'ai pris des plantes qui croissoient depuis long-tems dans des pots, comme des mirthes, des amarantes, etc., je les ai soumises à la même épreuve.

J'ai placé un plateau de fer blanc sur le pot, de manière que la tige de la plante passoit par un trou percé au milieu; j'ai luté la tige de la plante au trou du plateau avec de la cire molle, de manière que le plateau pût contenir de l'eau;

j'ai couvert la plante d'une cloche qui portoit sur le plateau et dans laquelle j'ai fait entrer de l'eau, de manière que les feuilles de la plante étoient entièrement dans l'air, et que le rapport de l'air à l'eau sous la cloche étoit tel, que les variations dans le volume d'air, occasionnées par la température et la pression, ne pussent faire sortir de l'air intérieur, ni entrer de l'air extérieur.

L'appareil ainsi préparé, j'ai placé le tout sur ma croisée exposée au midi, et au bout d'un et même de deux mois je n'ai pas apperçu de variation dans le volume ni dans l'oxigénation de l'air, si ce n'est celle occasionnée par la température et la pression; et cela, comme dans les expériences précédentes, en prenant la moyenne des expériences.

Il suit de ces expériences une conséquence bien différente de celles que l'on a tirées jusqu'à présent des expériences de MM. Ingen-Housz et Senebier, c'est que des plantes exposées pendant long-tems à l'action du soleil et de la nuit ne laissent point dégager sensiblement de gaz oxigène; qu'ainsi la théorie de la décomposition du gaz acide carbonique par l'acte de la végétation fondée sur le dégagement de l'oxigène, est doublement infirmée.

Si l'on y prend garde, ce résultat est con-

forme avec les expériences de MM. Ingen-Housz et Senebier, dont il paroît que l'on a tiré une fausse conséquence.

Les expériences de ces deux savans sur la végétation ont produit trois résultats :

1°. MM. Ingen-Housz et Senebier ont annoncé que les plantes exposées à l'action de la lumière laissoient dégager du gaz oxigène.

2°. M. Ingen-Housz a annoncé que lorsqu'on plongeoit des plantes dans un air quelconque, ces plantes s'impregnoient de l'air dans lequel elles étoient plongées.

3°. M. Ingen-Housz a annoncé que les plantes qui croissoient à l'obcurité, changeoient en gaz acide carbonique le gaz oxigène dans lequel elles étoient.

Cela posé, il est facile de rendre raison du résultat que j'ai obtenu en laissant croître pendant un très-long tems des plantes sous une cloche pleine d'air.

Lorsque les plantes étoient exposées dans la journée à l'action des rayons solaires, elles laissoient dégager du gaz oxigène, et quand le soleil disparoissoit de l'horison, elles s'emparoient du gaz oxigène dégagé, combinoient avec ce gaz une portion du carbone de la plante, et laissoient dégager l'acide carbonique provenant de cette composition; l'eau avec laquelle

l'air étoit en contact dissolvoit cet acide carbonique, qui étoit rendu ensuite à l'atmosphère.

J'ai vérifié ce dégagement d'acide carbonique en mettant un vase plein d'eau de chaux sous la cloche qui recouvroit la plante ; il se précipitoit tous les jours quantité plus ou moins considérable de carbonate de chaux.

Ces expériences rendent raison de la cause pour laquelle, dans l'analyse des plantes développées dans l'eau comparée à celle de leurs élémens, j'ai constamment trouvé un peu moins de carbone dans les plantes développées que dans l'élément.

Du dégagement du gaz oxigène par la présence du soleil, et du changement du gaz oxigène en gaz acide carbonique par l'obscurité, il est facile de conclure qu'il doit y avoir entre le dégagemeut du gaz oxigène et du gaz acide carbonique, par les plantes qui croissent en plein air, un rapport qui dépend du tems que les plantes sont éclairées par le soleil à celui où elles sont dans l'obscurité, et que conséquemment il doit se dégager moins d'oxigène et plus d'acide carbonique l'hiver que l'été.

Il suit des expériences faites et citées dans ce Mémoire, tant sur le calorique dégagé pendant l'acte de la végétation des plantes que du peu de dégagement de gaz oxigène des plantes pen-

dant un mois et plus, que le gaz acide carbonique n'est pas la substance dont les plantes se servent pour accroître le carbone qui est une de leurs parties constituantes. Nous allons essayer dans un troisième Mémoire d'indiquer le procédé que la nature emploie pour augmenter ce carbone.

EXTRAITS

DES ANNALES DE CHIMIE

DE CRELL,

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

On trouve dans les produits basaltiques de la Lorraine, de la Saxe, de la Franconie, de la Bohême, de la Hesse, une pierre verdâtre qui a quelque rapport avec le verre volcanique, tant par son éclat, sa diaphanéité, que par sa cassure concoïde. Comme cette espèce de pierre, tant qu'elle n'a pas été décomposée, ressemble, tant par sa forme que par sa couleur, à une olive verte, M. Werner l'a nommée *olivine*. Lorsque cette pierre se décompose, elle donne une poussière d'un jaune rou-

geâtre assez semblable à de l'ocre. L'olivine est moins dure que la crysolithe; elle se cristallise rarement, ses grains de grosseurs inégales sont encore plus rarement sphériques.

100 parties d'olivine verte ont produit,

Terre siliceuse	54	50
Fer	3	75
Alumine	40	00
	98	25
Perte	1	75
	100	00

100 parties d'olivine altérée ont produit,

Silice	76	$\frac{7}{10}$
Fer	2	
Alumine	20	$\frac{6}{10}$
	99	$\frac{3}{10}$
Perte	0	$\frac{7}{10}$

Note du traducteur. Ces deux analyses présentent un résultat singulier, c'est que l'olivine altérée contient moins de silice et plus d'alumine que l'olivine non altérée. Il seroit extrêmement curieux d'analyser une portion d'olivine non altérée, et laisser altérer l'autre portion, pour s'assurer si cette différence dans l'analyse vient de l'état de l'olivine ou d'une différence d'olivine. Si la portion d'olivine altérée différoit

réellement de la portion d'olivine non altérée dans la proportion que M. Gmelin a trouvée pour deux olivines différentes, il s'ensuivroit que pendant que l'olivine s'altère, une portion de la silice passe à l'état d'alumine, et ce passage mériteroit d'être constaté d'une manière absolue : il intéresse trop l'analyse chimique, pour ne pas engager à répéter cette expérience.

M. Gmelin a encore soumis à l'analyse du pechstein trouvé dans des produits volcaniques, et il a trouvé que 100 grains de ce pechstein contenoient,

Silice	90
Fer.	7
Alumine.	2 $\frac{6}{10}$
	99 $\frac{6}{10}$
Perte.	0 $\frac{4}{10}$

Ce pechstein diffère essentiellement, dans la proportion de ses parties constituantes, de celui de Misnie qu'a essayé M. Wiegleb, qui contenoit sur 100 parties,

Silice	64,59
Alumine.	15,41
Fer.	5
	58
Perte	15
	100

Le pechstein de Francfort contient sur 100 parties,

Silice	89,59
Alumine	0,41
Fer	5,41
Chaux	3,23
	98,64
Perte	1,36
	100,00

Fin du Tome treizième.

TABLE
DES ARTICLES
CONTENUS DANS CE VOLUME.

Fin de la Table.

ANNALES
DE CHIMIE,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Par MM. *GUYTON* (ci-devant DE MORVEAU), *LAVOISIER*, *MONGE*, *BERTHOLLET*, *FOURCROY*, *ADET*, *HASSENFRATZ*, *DIETRICH*, *SEGUIN*, *VAUQUELIN* ET *PELLETIER*.

JUILLET. 1792.



TOME QUATORZIEME.

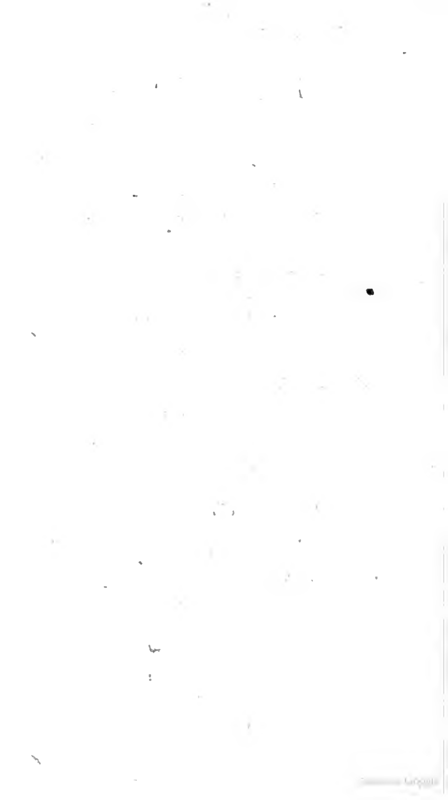
A PARIS,

RUE ET HOTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street, N°. 7 Soho.

M. DCC. XCII.





ANNALES DE CHIMIE,

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

PROCÉDÉ employé dans la Souabe pour faire le Sel d'oseille ;

Extrait d'un Mémoire lu à une des séances publiques du Collège de Pharmacie ;

Par M. BAYEN.

LE sel essentiel d'oseille, tant qu'il ne fut employé parmi nous que pour enlever les taches d'encre, étoit un objet de consommation peu important; mais depuis une vingtaine d'années qu'on a commencé à en faire des boissons acidules très-agréables e' très-salutaires, cette consom-

mation, ainsi que le prix de ce sel, ont doublé.

Cependant aucun de nos compatriotes n'a jusqu'ici tenté d'en former une fabrique qui, sans être la source d'une grande richesse, produiroit du moins à celui qui l'établiroit, un profit très honnête.

L'Allemagne continue donc à nous fournir tout le sel d'oseille qui nous consomment; c'est une branche de commerce pour la Souabe et principalement pour le canton que nous connoissons sous le nom de Forêt-Noire. Là ce sel est préparé par de simples paysans; ce qui ne nous étonnera pas, si nous voulons porter notre réflexion sur la fabrique de la plus précieuse et la plus recherchée de toutes les liqueurs, sur le vin.

Les habitans de la Forêt-Noire, qui se sont adonnés à extraire le sel d'oseille, le portent à Bâle, ville très-commerçante et située dans leur voisinage; ils le vendent aux *matérialistes* qui, à leur tour, nous le font passer, en sorte que nous l'achetons de la seconde main; ce qui en augmente encore le prix.

L'importation de ce sel en France n'est pas pour l'état une affaire de grande conséquence, mais, à moins d'une nécessité absolue, peut-on laisser sortir du royaume la plus petite somme d'argent? non sans doute, et nous croyons que

l'importation du sel d'oseille ne coûtât-elle à la France que dix mille livres par an, doit être, non pas prohibée, mais rendue nulle par l'établissement de quelques usines où on le fabriqueroit.

De pareils établissemens seroient peu coûteux et d'un produit assuré, sur-tout si les particuliers qui les formeroient, étoient assez sages pour proportionner leur fabrique à la consommation.

Ce n'est pas aux artistes de Paris que j'adresse ma proposition, ils en sentiront facilement la raison, en voyant les détails du procédé usité chez les habitans de la Forêt-Noire; mais rien ne peut empêcher les pharmaciens de quelques villes de province de se livrer à ce genre de travail qui, ne les occupant que deux ou trois mois de l'année, pourroit cependant leur ouvrir une petite branche de commerce, qui les aideroit certainement à soutenir les dépenses de leur maison. C'est sur-tout à quelques-uns de ceux qui sont établis dans les environs de la capitale, où s'en fait la plus grande consommation, qu'il convient de penser à former l'établissement que je prends la liberté de leur proposer.

Tel est le premier et principal motif qui m'engage à faire part au public du procédé que j'annonce; mais il en est un autre.

Les chimistes françois, ceux sur-tout qui ont

publié depuis peu des ouvrages sur leur art, ont plus que des soupçons sur le sel d'oseille que nous tirons d'Allemagne. Sans doute que considérant la petite quantité de sel qu'ils auront obtenu avec peine et à grands frais, en travaillant sur l'oseille cultivée dans nos jardins ou sur quelques poignées d'*oxitriphillum* ramassées dans nos forêts, ils n'ont pu se persuader que le sel essentiel d'oseille qu'on nous envoie de la Souabe, fut extrait des plantes qui portent ce nom, et avec d'autant plus de raison, selon eux, que le prix auquel il se vend ne répond point du tout aux frais qu'on est obligé de faire, lorsqu'on essaie d'en fabriquer dans son laboratoire (1).

Ces réflexions ont donc porté la plupart de nos chimistes à regarder le sel d'oseille, non pas comme un produit de la nature, mais comme un ouvrage de l'art, enfin comme sophistication.

---

(1) J'ai pourtant fait cet essai il y a seize ans; j'avois acheté pour 40 sols d'oseille potagère : j'ignorois le procédé allemand. J'ai donc fait comme les autres, et j'ai obtenu en trois cristallisations huit onces deux gros d'un sel roux très-sale. Je l'ai fait redissoudre et filtrer par le papier, et j'en ai retiré quatre onces un gros et demi d'un sel cristallisé passablement blanc, mais un peu moins acide que celui que j'avois, cinq ou six ans auparavant, rapporté d'Allemagne. Ce n'est donc pas sur l'oseille potagère qu'il faut travailler.

Il seroit très-facile de répondre à ces objections, mais ce seroit disserter inutilement, puisque le procédé que je vais donner, en levant tous les doutes, nous fera connoître la vérité.

Mais nous ne pouvons nous empêcher de faire observer à notre tour, que la crême de tartre, ou, ce qui est la même chose, que le sel essentiel de raisin purifié, que nous tirons du bas Languedoc à très-bas prix, ne pourroit être fabriqué dans nos laboratoires, en le prenant dans le raisin même, qu'en dépensant peut-être deux louis d'or pour en obtenir une livre.

La chimie doit sans doute éclairer les arts, mais elle ne doit jamais conclure pour les dépenses du petit au grand.

J'ai cité l'exemple de la crême de tartre, parce que ce sel essentiel du raisin a tant de rapport chimique avec le sel essentiel d'oseille, qu'on peut présumer que la fabrique de l'un doit être celle de l'autre; et c'est ce qui est en effet, comme nous l'allons voir.

Procédé pour extraire et purifier le sel essentiel d'oseille, communiqué par M. Baunach, apothicaire-aide-major des armées.

Ce sel se tire principalement de l'oseille con-

nue des botanistes sous la dénomination de *rumex acetosa foliis sagittatis* (Lin.).

On la sème au mois de mars dans de vastes champs bien disposés par des labours à en recevoir la graine. La plante croît avec promptitude, et acquiert assez de vigueur pour être coupée au mois de juin ; on la fauche à cette époque, et tout de suite elle est transportée sur des voitures et déposée dans la fabrique.

Dans cette fabrique est disposé un mortier de bois, de forme quarrée, fait de gros madriers bien joints et assujettis par des cercles de fer ; la partie inférieure, ou le fond de ce mortier, est composée de morceaux de bois très-solides et très-épais ; on a pratiqué sur un des côtés et joignant le fond, une ouverture, une sorte de petite porte qui ferme exactement ; nous en indiquerons l'usage dans un moment : au reste la capacité de cette espèce de mortier est telle qu'il peut contenir environ 300 pintes, mesure de Paris.

Au-dessus de ce mortier s'élève un gros pilon de bois de 10 à 12 pieds de long, et d'une épaisseur proportionnée à la grandeur du mortier ; il est fait et disposé de manière à toucher et à écraser la matière qui doit être exposée à son action.

Ce pilon est emmanché à une autre pièce

de bois de 20 pieds de long sur 10 à 12 pouces d'équarrissage ; ce qui lui donne la forme d'un marteau, dont en effet il porte le nom.

Cette pièce de bois, ou, si l'on veut, ce manche de marteau, est soutenu vers son milieu sur une colonne de bois échancrée; c'est sur ce point d'appui que le marteau se trouve en quelque sorte en équilibre.

L'extrêmité du manche de ce marteau est disposée de manière à recevoir l'impression et le mouvement, que doit lui donner l'arbre d'une roue mue par l'eau courante, sur le bord de laquelle est construite la fabrique.

Cet arbre est armé d'une forte cheville qui, à chaque révolution de roue, s'appuie sur l'extrêmité du manche de marteau, le fait baisser, et du même coup élève le pilon qui ne tarde pas à tomber sur la matière contenue dans le mortier.

Cet appareil étant bien disposé, on charge le mortier d'oseille récemment cueillie ; on lève la vanne du moulin, et dans l'instant l'eau met la roue et le pilon en jeu.

Lorsque l'oseille est suffisamment écrasée, on arrête la roue, et l'on fait sortir, par la petite porte dont nous avons parlé, le suc et le marc de la plante qu'on reçoit et dépose dans des cuves de bois; on remplit le mortier d'oseille, et l'on fait de nouveau jouer le pilon, travail

qui se continue jusqu'à ce qu'on ait réduit en une sorte de pulpe toute l'oseille récoltée.

Le suc et le marc obtenus étant mis dans des cuves, on y ajoute une certaine quantité d'eau fraîche, et on les laisse macérer pendant quelques jours, après lesquels on soumet le tout à l'action d'un pressoir dont l'attelier est muni : ce pressoir ne diffère point de ceux qui sont en usage pour le raisin.

Le suc d'oseille, quelqu'abondant qu'il paroisse, ne suffit pas pour tenir en dissolution tout le sel essentiel contenu dans cette plante ; c'est pourquoi nous venons de voir que les fabricans y ajoutoient de l'eau ; mais non contens de cette première addition, ils reportent dans le mortier le marc exprimé, et le pilent de nouveau, en y mêlant à-peu-près autant d'eau que l'oseille verte en contient naturellement ; ils expriment une seconde fois, et ne cessent ces opérations alternatives, que lorsqu'ils s'apperçoivent que le marc ne contient plus de parties extrectives.

Tout le suc obtenu par les expressions ci-dessus mentionnées étant légèrement chauffé et rassemblé dans de grandes cuves, on y ajoute de l'eau dans laquelle on a délayé de la terre argilleuse très-fine, très-blanche et sur-tout très-pure (on met ordinairement 20 livres de cette

argile blanche sur 1200 pintes de suc); on agite le tout et on le laisse en repos; vingt-quatre heures suffisent pour clarifier la liqueur; alors on la décante; on jette, sur des filtres d'étoffe de laine, la matière déposée dans le fond des cuves, et on la laisse bien égouter.

Ce dépôt qui est un mélange de parties terreuses et résineuses, ainsi que de la portion la plus tenue du parenchyme de la plante, s'il est bien lavé, ne contient plus de sel essentiel; si on le brûle, on n'en retire pas un atôme d'alcali fixe.

Le suc d'oseille, étant clarifié ainsi que nous venons de le dire, est porté dans de grandes chaudières de cuivre étamées, dans lesquelles on le fait bouillir très-légèrement et évaporer jusqu'à ce que l'on voye paroître un commencement de pellicules à la surface; à ce moment on le verse dans des terrines de grès qui contiennent environ seize pintes: ces terrines sont posées dans un lieu frais où elles restent sans agitation pendant un mois; on décante alors la liqueur, et l'on trouve les parois de ces terrines couvertes d'un sel irrégulièrement cristallisé et d'une couleur grisâtre.

La liqueur décantée, soumise à une seconde et troisième évaporation, donne encore des cristaux: on va même jusqu'à une quatrième, si

on la croit nécessaire, et on a l'attention d'ajouter à chaque évaporation un peu d'argile délayée, et de passer le suc par le filtre de laine dont nous avons parlé.

Lorsque la liqueur refuse de donner du sel essentiel, elle se trouve dans un état d'eau-mère qui contient une assez grande quantité de sel de *sylvius* et un peu de tartre vitriolé, elle est encore acide et fait effervescence avec l'alcali fixe, ainsi qu'avec la craie.

Le sel obtenu par les différentes évaporations étant réuni, on procède à sa purification : pour y parvenir, on le fait dissoudre dans une suffisante quantité d'eau, on fait évaporer, on filtre, et on obtient un sel très-pur, très-blanc et bien cristallisé, tel enfin que celui que nous tirons de la Forêt Noire.

Ce sel peut également être extrait de l'*oxitriphillum* ou *alleluia;* mais, quoique cette plante croisse spontanément dans les forêts, et y soit assez commune, elle ne peut cependant pas suffire à la consommation qu'on fait du sel d'oseille; ce qui probablement a engagé les habitans de la Forêt Noire à cultiver la plante très-acide appelée *rumex acetosa foliis sagittatis.*

M. Baunach, qui a suivi avec exactitude le travail du sel d'oseille, m'assure qu'ayant fait une

pesée de 2000 livres de cette dernière plante, et que l'ayant soumise à toutes les opérations dont nous avons rendu compte, il en a retiré 15 livres 10 onces de sel essentiel bien pur, 13 gros 7 onces de sel de *sylvius*, 6 gros 68 grains de tartre vitriolé, 500 livres d'extrait de bonne consistance, et que le marc bien exprimé pesoit 1000 livres, en sorte que l'eau de végétation de 20000 du *rumex acetosa foliis sagittatis* peut être évaluée à 484 livres, compris ce que l'extrait et le marc en contenoient encore.

Enfin, par une réduction des 2000 livres à une livre, il résulte qu'une livre de cette plante donne

1 gros de sel essentiel,
4 grains de sel de *sylvius*,
$\frac{1}{4}$ de grain de tartre vitriolé,
4 onces d'extrait.

Le procédé qui vient d'être décrit est plus que suffisant pour détromper les chimistes auxquels il resteroit des doutes sur la nature du sel d'oseille fabriqué dans la Forêt Noire. Je le répète, ce sont de bons et simples villageois qui le préparent; toute sophistication leur est inconnue, ils cultivent la plante dans un, deux, trois arpens, plus ou moins suivant les moyens: l'un en fait 15 livres, un autre 30 livres, un troisième 50 livres; ils ne se donnent pas tant

de peine et n'ont pas des atteliers tels que celui que nous avons décrit pour faire un faux sel d'oseille : les manœuvres de cette espèce sont réservées à des gens qui sont bien éloignés de fixer leur séjour dans des villages ; les villes seules, et sur-tout les grandes villes, leur sont bien plus favorables. C'est là que les hommes cupides, dirigés par un intérêt, peuvent déployer leur malheureux talent dans tous les genres de sophistication, et tromper le public de mille manières.

Mais le collége de pharmacie dont les vues sont principalement dirigées vers le bien général, reconnoissant pour premières lois de son régime celles que dicte l'honneur, se fera toujours un devoir de dévoiler et de repousser toute sophistication : c'est ce dont nous prions nos concitoyens d'êre bien persuadés.

On parle déjà d'un prétendu sel fait en distillant de l'acide nitreux sur du tartre vitriolé, qui, dit-on, peut suppléer le véritable sel d'oseille. J'ignore ce que c'est; mais notre collége dont l'ambition sera toujours de mériter la confiance du public, ne présumera jamais qu'aucun de ses membres puisse en tenir de semblable dans son officine.

OBSERVATIONS

Sur la décomposition du Muriate de soude ;

Par M. CURAUDAU, Maître Apothicaire à Vendôme.

Deux mémoires de M. Hassenfratz sur les affinités, insérés dans les Annales de Chimie (1), ont donné lieu aux observations suivantes.

Le but de ce chimiste, dans ses deux mémoires, est de prouver que la décomposition du muriate de soude et de quelques autres sels neutres à base de soude par la chaux, par le fer et par certains oxides métalliques, ne contrarie nullement les lois des affinités chimiques; que ces phénomènes, si extraordinaires en apparence, sont simples et naturels, et qu'ils dépendent de toutes les lois d'affinités connues jusqu'à ce jour. L'heureuse application qu'il fait de la théorie avec les faits, n'aurait rien laissé à desirer sur cet objet, si quelques circonstances n'eussent pas échappées à l'œil de cet excellent observateur.

Il assure, dans son second mémoire, avoir

(1) Avril 1792, tome XIII.

décomposé le muriate de soude par un oxide de plomb, et que le résultat de la décomposition lui a fourni du carbonate de soude et du muriate de plomb. Il ne donne point la théorie de cette décomposition, parce qu'il en croit l'explication parfaitement liée avec celle de la décomposition du muriate de soude par la chaux ou par le fer.

Nous différons beaucoup l'un de l'autre dans notre opinion sur la circonstance qui paroît favoriser la décomposition du muriate de soude par un oxide de plomb : il recommande comme condition essentielle à la décomposition, d'exposer au contact de l'acide carbonique le mélange de muriate de soude et d'oxide de plomb, tandis que moi au contraire je prouve la nécessité de priver le mélange de l'accès de l'acide carbonique.

Voici sur quoi est fondée ma preuve : c'est que toutes les fois que j'ai exposé à l'air libre un mélange de muriate de soude et d'oxide de plomb, la décomposition ne s'opéroit pas sensiblement ; et au contraire toutes les fois qu'il n'avoit pas de communication avec l'air extérieur, la décomposition se manifestoit dans très-peu de tems, sur-tout si l'on avoit le soin d'agiter le mélange.

J'étois si persuadé que l'accès de l'acide carbonique

bonique étoit contraire à la décomposition du muriate de soude par un oxide de plomb, que je ne trouvois d'autre moyen pour opérer cette décomposition à l'air libre, que d'y ajouter une petite quantité de chaux; ce qui selon moi, devoit très-bien réussir, parce que j'étois assuré qu'à mesure que l'acide carbonique s'introduiroit dans le mêlange, la chaux s'en empareroit aussitôt (1), et laisseroit par ce moyen la soude dans un état de pureté. Effectivement ce que j'avois prévu arriva, j'eus même plus de succès que je n'espérois, car la chaux favorisa tellement la décomposition, que je fus obligé, un instant après le mêlange fait, d'ajouter de l'eau pour étendre la masse qui, sans cette précaution, auroit acquis une dureté très-considérable.

Trois parties d'oxide de plomb très-divisé, une de muriate de soude en dissolution, et de la chaux un dixième du poids de la masse totale, abstraction faite de l'eau, me suffirent pour décomposer complettement le muriate de soude.

La lessive du mêlange, après la décomposition achevée, contenoit de la soude pure et du

(1) J'expliquerai dans un autre mémoire pourquoi le carbonate de soude décompose le muriate de plomb, et pourquoi le carbonate de chaux ne le décompose pas.

muriate de plomb : par la concentration la liqueur se troubla, parce que pendant l'évaporation la soude attira de l'acide carbonique, et le carbonate de soude qui se forma décomposa le muriate de plomb. Ce dernier sel, en raison de son peu de solubilité, ne s'y trouve jamais en grande quantité.

La lessive, après avoir été très-rapprochée, fut exposée dans une cave, et au bout de quelques semaines elle fournit beaucoup de cristaux de carbonate de soude de la plus grande pureté et très-bien cristallisé.

Ce que le lavage n'avoit pas dissous étoit du mutiate de plomb non saturé d'acide (1), et qui dans cet état ne pouvoit plus servir à décomposer une nouvelle quantité de muriate de soude. La blancheur de cette espèce de sel est très-éclatante, mais peu durable ; le contact de la lumière et des vapeurs inflammables suffisent pour la ternir. Si on expose cette substance à une chaleur peu considérable, elle devient jaune ; une plus forte chaleur augmente l'intensité du jaune et la fait entrer en fusion ; si on laisse

(1) Le muriate de plomb, résidu de la décomposition avec addition de chaux, est dans le même état que celui qu'on obtient sans aucune addition. C'est de ce dernier que je suis servi dans mes expériences.

refroidir tranquillement la masse, elle cristallise en aiguilles : c'est cette substance qui, broyée à l'huile, porte le nom de jaune anglois.

Comme l'addition d'une petite quantité de chaux hâte singulièrement la décomposition du muriate de soude, on pourroit croire qu'elle y entre pour quelque chose ; mais il suffit d'observer ce qui se passe, pour être convaincu que son action se borne seulement à enlever à l'oxide de plomb l'acide carbonique dont il n'est jamais exempt, et à s'emparer de celui qui s'introduit continuellement dans le mélange. Par cette propriété bien reconnue il est constant que rien ne doit contribuer à empêcher l'acide muriatique de s'unir à celle des deux bases (de la soude ou de l'oxide de plomb) pour laquelle son attraction élective est la plus forte ; et de-là il doit nécessairement s'en suivre que celle des bases qui reste libre est celle avec laquelle l'acide muriatique a une moindre affinité.

En grand ce moyen de décomposer la muriate de soude pourroit être très-lucratif, parce qu'outre le produit qui est la soude, on peut tirer parti du résidu ; il suffit pour cela de l'exposer au milieu de charbons ardens pour opérer la réduction du plomb ; et en réoxidant le plomb réduit, on l'employeroit à décomposer

une nouvelle quantité de muriate de soude : ainsi chaque décomposition fourniroit le réactif nécessaire à une prochaine.

Le résultat de ces expériences prouve d'une manière indubitable que l'acide muriatique a plus d'affinité avec le plomb oxidé qu'avec la soude, puisqu'il s'y unit de préférence à cette dernière, et que l'explication que M. Hassenfratz a donnée de la décomposition du muriate de soude par la chaux ou par le fer, ne peut s'appliquer à celle du muriate de soude par un oxide de plomb. Cette décomposition est donc absolument contraire à la théorie et aux lois des affinités chimiques.

RAPPORT

Fait au Bureau de Consultation, sur les moyens proposés par M. Jeanety pour travailler le Platine ;

Par MM. BERTHOLET et PELLETIER.

Le platine n'a encore été rencontré que dans deux mines d'or de transport que l'on exploite dans les paroisses de *Novita*, *de Citaria*, qui sont à-peu près au nord du Choco ; c'est par le triage que l'on sépare l'or, ou bien encore en le

passant à l'amalgame. Voilà pourquoi l'on trouve un peu de mercure dans le platine tel qu'il nous est envoyé.

L'or du Choco est ensuite transporté pour être monnoyé aux deux monnoies de Santafé, à celles de *Bogota* et de *Popayan*, où l'on trie de nouveau le platine qui peut être resté avec l'or. Les officiers royaux le gardent, et quand il y en a une certaine quantité, ils vont avec des témoins le jeter dans la rivière de *Bogota* qui passe à deux lieues de Santafé, et dans celle de *Cauca* qui passe à une lieue de *Popayan*.

Le platine se présente toujours en petits grains; il en existe cependant d assez gros; il y en a même un au cabinet de l'académie de Bergara, de la grosseur d'un œuf de pigeon.

Le platine étoit, comme je viens de le dire, jeté dans des rivières, aussitôt qu'il étoit séparé de l'or avec lequel on le trouve mêlé. Le gouvernement espagnol l'ordonnoit expressément, parce qu'il avoit été instruit que l'on pouvoit allier le platine à l'or par la fusion, et que cet alliage résistoit au départ.

Le platine ne peut être fondu au feu le plus fort de nos fourneaux; mais il peut être uni à d'autres métaux, et avec certains il forme des alliages que l'on peut couler. Charles Wood a imprimé dans les Transactions Philosophiques

que dans les Indes occidentales espagnoles l'on couloit des bijoux avec le platine, vraisemblablement lorsqu'il étoit allié à quelqu'autre métal.

Les espagnols ont eu si grand soin de ne point laisser sortir de platine, que ce n'est que dans ce siècle que l'on en a vu en Europe.

En 1745, l'assesseur ***Rudenschoel*** en rapporta d'espagne à Stockolm.

En 1749, l'on en eut aussi en Angleterre, et à cette époque Charles Wood, essayeur à la Jamaïque, fit imprimer dans les Transactions Philosophiques qu'il avoit vu, huit ou neuf années auparavant, du platine qui venoit de Carthagène : ainsi ce métal seroit connu en Europe depuis 1740.

Les premières expériences qui parurent sur le platine furent celles que Scheffer publia en 1752 ; et quoique ce chimiste n'ait fait ses essais que sur de très-petites quantités, quoiqu'il fût le premier qui écrivoit sur ce métal nouveau, nous devons dire que Scheffer a bien reconnu les grandes propriétés du platine ; qu'il a, en un mot, connu que l'on ne pouvoit le fondre seul, et que l'arsenic le faisoit entrer en fusion avec facilité.

Deux ans après Scheffer, c'est-à-dire en 1754, Lewis publia trois ou quatre mémoires sur le platine ; il seroit trop long d'entrer dans les dé-

tails des expériences que Lewis a faites sur ce métal; il nous suffit de dire qu'il l'a traité avec toutes les menstrues, par la voie humide et par la voie sèche; qu'il l'a allié avec les métaux à diverses proportions; qu'il a enfin constaté qu'il pouvoit être fondu par l'arsenic; mais Lewis ne s'est point ensuite occupé d'en retirer l'arsonic pour obtenir du platine exempt de tout alliage propre enfin à être travaillé.

En 1757, Margraff publia sur ce métal une suite d'expériences; le travail de ce chimiste est du nombre de ceux que peuvent donner des hommes célèbres; l'on y trouve beaucoup d'observations intéressantes pour séparer du platine le fer qui l'accompagne toujours, et le fer auquel il est allié : Margraff avoit traité le platine par le plomb, et il l'avoit aussi fondu par l'arsenic, mais il ne s'est point ensuite occupé de le séparer de ce métal.

En 1758 et 1763, MM. Macquer et Baumé firent ensemble une suite d'expérience sur le platine; nous citerons celle où ils fondirent ce métal à un miroir ardent concave.

Bergmann s'est aussi occupé du platine; son travail est imprimé dans le Journal de Physique, année 1780.

L'on voit par ce court exposé, que l'on avoit beaucoup acquis sur la nature de ce métal,

mais qu'il restoit encore à connoître les moyens de le fondre, de l'affiner, de le rendre enfin utile aux divers usages de la société.

Le platine, comme nous l'avons dit, se trouve toujours uni avec du fer : en séparer ce dernier métal, voilà ce qui crée un nouvel art (celui d'affiner le platine); l'on ne peut y parvenir qu'en portant le platine à une division parfaite, soit en le dissolvant par les acides, ou bien en le fondant par d'autres métaux, etc. car seul il ne se fond point au feu le plus fort de nos fourneaux.

Je crois que c'est en 1773 en 1774 que M. de l'Isle réussit à obtenir du platine pur et malléable en faisant dissoudre ce métal par l'eau régale et le précipitant par du muriate d'ammoniaque, exposant ensuite ce précipité qui contient le platine et du muriate d'ammoniaque, à un feu capable de volatiliser ce sel : le platine qui reste dans le creuset dans un état de division, s'agglutine en se comprimant encore rouge; enfin par ce procédé M. de l'Isle réussit à avoir des morceaux de platine purs et malléables.

Le procédé de M. de l'Isle fut répété par M. de Morveau en 1775, et à cette époque ce chimiste rendit compte, par une lettre qu'il écrivit à M. de Buffon, du succès de cette expé-

rience ; il paroît même qu'il ne doutoit pas alors de la supériorité de ce dernier procédé sur celui qu'il avoit proposé quelque tems auparavant, qui consistoit à fondre le platine par le plomb, et à chasser ensuite le plomb par le feu. Je ne dirai point que lorsque M. de Morveau proposa de fondre le platine par le plomb, il s'éleva des doutes sur le succès de ce moyen, et qu'il n'eut pas alors une confiance plus grande que lorsque Charles Wood le proposa en 1749, et que lorsque le docteur Brownrigg vint le confirmer quelque tems après.

C'étoit encore en 1775 que M. de Morveau écrivoit à M. de Buffon qu'il étoit parvenu à fondre le platine par le moyen d'un feu composé de sel arsenical et d'os calcinés en noir. Ce procédé diffère bien de ceux proposés par Scheffer, Willis et Margraff ; mais le résultat étoit le même, puisqu'il donnoit un alliage de platine et d'arsenic.

M. Achard de Berlin a de même fondu le platine par l'arsenic ; il évapora ensuite ce dernier métal, et par ce procédé il est parvenu à faire de petits creusets.

M. Rochon a encore fondu et purifié le platine par l'arsenic ; et en l'alliant à du cuivre et à de l'étain, il en a fait faire de grands miroirs pour les télescopes à réflexion.

M. de Sickingen parvint de même à rendre le platine malléable, en le dissolvant dans l'eau régale ; il précipitoit ensuite le fer par le prussiate de potasse, et en évaporant les liqueurs il obtenoit de petits cristaux octaëdres de couleur de rubis, qui, étant fortement chauffés, donnoient pour résidu un culot de platine qui supportoit le marteau, que l'on tiroit à la filière, qui étoit enfin très-malléable. Le travail de M. Sickingen n'a pas été publié ; Macquer en a dit quelque chose dans son Dictionnaire de Chimie. C'est peu de tems après M. de l'Isle que M. Sickingen fit ses expériences à Paris : ainsi son travail est antérieur à ceux des derniers savans que nous venons de citer.

En 1784 (à ce que je crois), M. Chabanon vint d'Espagne à Paris avec plusieurs lingots de platine qu'il avoit purifié par des procédés qu'il n'a pas rendus publics, il s'adressa à M. Jeanety qui lui en prépara divers objets de bijouterie ; à cette époque M. Jeanety regarda comme un objet important (pour l'orfévrerie de la capitale) de rechercher les moyens de travailler ce métal ; animé du desir d'être utile à sa patrie, il négligea ses premières occupations, le travail des objets d'or et d'argent ; il ne s'occupa plus que des recherches sur les moyens de travailler le pla-

tine. Tous les savans n'ignorent point avec quelle opiniâtre et avec quel courage cet artiste a suivi ce travail ; les sacrifices qu'il a faits, les dangers qu'il a essuyés, les succès enfin qu'il a obtenus, sont connus de l'Europe entière. C'est à cet artiste que les savans de la capitale, que les Saussure, Morveau, Bancks, et divers autres savans de Stockolm, de Hollande, etc. se sont adressés pour avoir des lingots et des creusets de platine qui sont très-nécessaires dans l'analyse des pierres, etc. C'est encore à cet artiste que l'académie s'est adressée pour avoir, 1°. une barre de 14 pieds de long, 2°. une boule du poids de 18 marcs, 3°. deux barres de 19 pieds de long, chacune de 22 marcs, 4°. une barre de 19 pouces de long, 5°. enfin une lentille du poids de 12 marcs : plusieurs de ces pièces vont être mises sous vos yeux. M. Jeanety a encore fait, pour diverses personnes, des tabatières, des chaînes de montres ; il a aussi fait une garniture de boutons, ainsi qu'une chaîne de montre de la plus rare beauté, pour le roi. M. Lavoisier fit voir à l'académie en 1790 deux pièces, une cafetière, etc. préparées, disoit il, par M. Jeanety avec du platine qu'il a traité par un procédé qui lui est particulier, en sorte que le mérite de ce travail lui appartient en entier.

Nous vous en avons dit assez, Messieurs, pour vous faire connoître qu'avant M. Jeanety l'on étoit bien parvenu à fondre le platine, mais avant lui l'on n'avoit fait avec ce métal que de très-petits objets (1) : c'est donc à cet artiste que l'on doit le perfectionnement de cet art et particulièrement les moyens de travailler en grand ce métal. Le procédé de M. Jeanety, Messieurs, n'est pas nouveau; il a été indiqué par les Scheffer, Willis et Margraff; il a été ensuite mis en pratique avec succès par MM. Achard et Morveau et même par des artistes de la capitale, M. Domi entr'autres; mais c'est à M. Jeanety, comme nous l'avons observé, que ce travail doit la perfection qu'il a aujourd'hui : les pièces faites par cet artiste, qui vous sont présentées, pourroient seules vous en convaincre. Cependant nous avons cru devoir vous donner encore un précis de ses moyens, afin que vous puissiez mieux apprécier leur mérite.

---

(1) Nous rappellerons cependant que M. Chabanon avoit apporté à Paris des lingots de platine.

Procédé de M. Jeanety pour obtenir le platine en barre et malléable (1).

« Il faut piler le platine à l'eau pour le dé-
» barrasser des parties ferrugineuses et hétéro-
» gènes qui y sont mêlées ; ce préliminaire
» rempli, je prends trois marcs de platine,
» six marcs d'arsenic blanc en poudre et deux
» marcs de potasse raffinée; je mêle le tout;
» je mets au feu un creuset du contenu de
» quarante marcs; et quand mon fourneau et
» mon creuset sont bien chauds, je jette dans
» le creuset un tiers du mélange, et je donne
» une bonne chaude, ensuite une seconde
» charge, et ainsi de suite, ayant soin à cha-
» que charge de mêler le tout avec une ba-
» guette de platine : je donne alors un bon
» coup de feu; et après m'être assuré que le
» tout est bien liquide, je retire mon creuset,
» et je le laisse refroidir. Après l'avoir cassé,
» je trouve un culot bien formé qui attire le
» barreau aimanté; je brise mon culot, je le
» fonds une seconde fois de la même manière,
» et si cette seconde fonte ne l'a pas purifié du
» fer, je le fonds une troisième fois; mais en

(1) Nous rapportons le procédé tel que M. Jeanety l'a remis aux commissaires du bureau de consultation.

» général deux fontes suffisent, et si je suis forcé
» d'en faire une troisième, je réunis deux cu-
» lots pour épargner un creuset et du char-
» bon.

» Cette première opération étant faite, je
» prends des creusets dont le fond est plat,
» d'une circonférence qui donne au culot en-
» viron trois pouces et un quart de diamètre;
» je fais bien rougir mon creuset, et je jette
» dans chaque trois marcs de platine qui a été
» fondu par l'arsenic après l'avoir brisé, et au-
» quel je joins son poids d'arsenic et un
» marc environ de potasse raffinée : je donne
» alors un bon coup de feu, et après m'être
» assuré que le tout est bien liquide, je retire
» mon creuset du feu, et je le mets refroi-
» dir, observant de le placer horizontalement,
» pour que mon culot soit d'égale épaisseur;
» après avoir cassé le creuset, je trouve un
» culot bien net et sonore, pesant communé-
» ment trois marcs et trois onces. J'ai observé
» que plus il se combinoit d'arsenic avec le
» platine, plus sa purification étoit prompte
» et facile : dans cet état je mets mon culot
» dans un fourneau à moufle, laquelle ne doit
» pas être plus haute que la circonférence des
» culots placés sur leur champ et un peu in-
» clinés contre les parois de la moufle; j'en

» place de cette manière trois de chaque côté ;
» je mets le feu à mon fourneau, afin que la
» moufle soit également chauffée dans sa cir-
» conférence, et à l'instant que les culots com-
» mencent à évaporer, je ferme les portes de
» mon fourneau pour soutenir le feu au même
» degré; ce qui doit être observé jusqu'à la fin
» de l'opération, car un seul coup de feu trop
» violent détruiroit toutes les peines que l'on
» se seroit données jusques-là. Je fais évaporer
» mes culots pendant six heures, ayant soin
» de les changer de place, pour qu'ils reçoi-
» vent tous le même degré de chaleur, et je
» les mets dans de l'huile commune, je les
» tiens le même espace de tems à un feu suf-
» fisant, pour dissiper l'huile en fumée; je con-
» tinue cette opération tout le tems que le cu-
» lot évapore, et lorsque l'évaporation cesse,
» je pousse le feu autant qu'il m'est possible par
» le moyen de l'huile. Les vapeurs arsenicales
» ont un brillant métallique que je n'obtiens
» pas sans cet intermède, et je n'avois jamais
» pu avoir le platine parfaitement malléable
» sans cet agent.

» Si les préliminaires que j'indique ont été
» bien suivis, l'opération ne dure que huit jours.
» Alors je décape mes culots dans de l'acide
» nitreux, je les fais bouillir dans de l'eau dif-

» tillée, jusqu'à ce qu'ils ne contiennent plus
» d'acide; j'en mets alors plusieurs l'un sur l'au-
» tre, je leur applique le degré de chaleur le
» plus fort possible, et je les frappe au mou-
» ton, ayant soin, à la première chaude, de
» les rougir dans un creuset, pour qu'il ne
» s'introduise aucun corps étranger dans mes
» culots qui ne sont que des masses spongieuses
» avant cette première compression; après je
» les chauffe à nud et j'en forme un quarré
» que je frappe sur toutes les faces plus ou
» moins long-tems, suivant qu'ils ont du vo-
» lume ».

L'art de travailler le platine est succeptible d'un plus grand perfectionnement encore; M. Jeanety en convient aussi. L'un de nous a proposé en 1788 de traiter le platine par le verre phosphorique et le charbon, et de débarrasser ensuite le *phosphure de platine* du phosphore auquel il est uni, à l'aide de la chaleur. Ce procédé a très-bien réussi, mais il est long et il est difficile de séparer les dernières portions de phosphore; et comme de tels travaux sont coûteux, l'on trouve peu d'artistes qui veulent les suivre. Vos commissaires regardent donc le travail de M. Jeanety comme très-précieux pour la société; il offre des avantages que vous connoissez parfaitement, et qu'il seroit trop long de décrire. Ce

Ce travail est le résultat d'expériences pénibles, longues et dangereuses, qui ont entraîné M. Jeanety dans des frais considérables.

Le platine réunit des avantages communs à l'or et à l'argent : exposé à l'eau, il ne s'altère en aucune manière : il est infusible au plus grand feu ; il est très-ductile : nous en avons vu en feuilles aussi minces que celles d'or, dont on se sert pour la dorure ; il est le plus lourd de tous les métaux, sans en excepter l'or; il résiste à l'action des acides, des alcalis, des sulfures, etc.

L'on concevra facilement qu'avoir introduit dans le commerce un métal aussi précieux et dont l'usage est très-important, c'est avoir acquis des droits aux récompenses nationales.

MÉMOIRE

Sur les phénomènes que présente l'ammoniaque avec le nitrate et le muriate de mercure, et sur les sels triples qui résultent de ces combinaisons;

Par M. FOURCROY:

Lu à l'Académie le 27 Juin 1792.

§. I. *Résultats généraux sur le sulfate ammoniaco-mercuriel.*

J'AI communiqué, il y a quelque tems, à l'académie plusieurs faits nouveaux sur le sulfate de mercure et sur sa décomposition par l'ammoniaque; j'ai annoncé alors que je m'occuperois, en suivant la même marche, du nitrate et du muriate de mercure; mais pour que les expériences dont je vais faire part aujourd'hui à l'académie sur cet objet, soient plus facilement entendues, il est nécessaire que je rappelle sommairement les principaux énoncés contenus dans mon premier Mémoire. Une analogie frappante dans les phénomènes exige cette

répétition et doit faire pressentir les conséquences qui découleront naturellement des faits exposés dans ce nouveau Mémoire.

Premier Énoncé.

L'ammoniaque ne décompose qu'une partie des sulfates de mercure, tandis que les alkalis fixes les décomposent entièrement.

Deuxième Énoncé.

Il se forme un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel, par l'union du sulfate d'ammoniaque, qui résulte de cette décomposition partielle, avec la portion non décomposée du sulfate de mercure.

Troisième Énoncé.

Le sulfate ammoniaco-mercuriel contient plus d'ammoniaque et d'oxide de mercure que l'acide sulfurique sembleroit pouvoir en saturer, en partant des proportions connues du sulfate de mercure et du sulfate d'ammoniaque considérés seuls.

Quatrième Énoncé.

Le nouveau sel triple formé d'une base alcaline et d'une base métallique unies en même-tems à l'acide sulfurique, jouit de propriétés

différentes de celles des deux sels examinés séparément.

Cinquième Énoncé.

On ne doit point considérer ce sel comme une simple combinaison du sulfate d'ammoniaque et du sulfate de mercure.

Sixième Énoncé.

Si ce n'étoit qu'une union simple de deux sels neutres, les proportions relatives de ses composans resteroient les mêmes qu'avant leur union, tandis que dans le sel triple nouveau l'acide sulfurique contient et sature plus des deux bases qu'il n'en satùroit séparément.

Septième Énoncé.

Une dissolution de sulfate de mercure bien neutre et une dissolution de sulfate d'ammoniaque également neutre, mêlées ensemble, donnent un précipité qui est du sulfate ammoniaco-mercuriel, et la liqueur contient un peu d'acide sulfurique à nud ; preuve qu'il reste moins de cèt acide dans le sel triple qu'il n'y en avoit en tout dans les deux sels qui l'ont formé.

Huitième Enoncé.

Dans la formation du sulfate ammoniaco-

mercuriel par l'action de l'ammoniaque sur le sulfate de mercure neutre et sur le sulfate de mercure jaune, ou avec excès d'oxide de mercuriel, il se sépare une portion d'oxide de mercure qui, devenu noir et réductible par le contact de la lumière, annonce qu'une portion de l'ammoniaque a été décomposée pour opérer cette réduction.

Neuvième et dernier Enoncé.

Les phénomènes produits par le sulfate de mercure neutre et le sulfate de mercure jaune avec l'ammoniaque, n'ont point lieu avec le sulfate acide de mercure ; il n'y a pas d'oxide de mercure séparé, parce que le sulfate d'ammoniaque qui se forme d'abord, se combine avec le sulfate de mercure tout entier, et le convertit tout en sulfate ammoniaco-mercuriel.

§. II. *Précipitation du nitrate de mercure par l'ammoniaque.*

Les phénomènes qui se sont offerts dans la décomposition du nitrate et du muriate de mercure par l'ammoniaque sont dus aux mêmes causes et s'expliquent par le même raisonnement. L'exposition de ceux-ci sera donc beaucoup plus simple et plus courte que celle qui appartenoit au premier mémoire.

Expérience I.

L'ammoniaque versée sur une dissolution de nitrate de mercure (on a employé pour ces expériences une dissolution de nitrate de mercure qui contenait un excès d'acide) donne un précipité abondant, blanc ou légèrement gris, si la quantité de l'alcali volatil employé n'excède pas celle qui est nécessaire pour saturer l'acide nitrique tenant le mercure en dissolution.

Expérience II.

Si l'on ajoute plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour former du nitrate d'ammoniaque neutre, alors la plus grande partie du précipité disparoît, et la portion qui reste présente une couleur grise foncée d'ardoise ou semblable à celle de l'onguent mercuriel.

Expérience III.

Si l'on verse tout d'un coup sur une dissolution de nitrate de mercure une grande quantité d'ammoniaque, il ne se forme point de précipité blanc, mais seulement un précipité gris foncé dont la quantité est fort petite.

Expérisnce IV.

L'ammoniaque qui a servi à cette dernière opération ne prend point de couleur et reste parfaitement claire ; mais lorsqu'on y ajoute de l'eau distillée, elle devient laiteuse et dépose une matière blanche beaucoup plus abondante que celle qui a été séparée d'abord par cet alcali ajouté peu à peu. Cette matière blanche précipitée par l'eau ne devient pas noire et ne change pas de nature par l'ammoniaque.

Expérience V.

Une dissolution de nitrate de mercure et une dissolution de nitrate d'ammoniaque, toutes les deux bien neutres, mêlées ensemble, donnent naissance à un précipité blanc absolument analogue à celui qu'on a obtenu par le moyen de l'eau dans la quatrième expérience.

Expérience VII.

Si la liqueur de l'expérience quatrième qui a déposé une certaine quantité de matière blanche par l'addition de l'eau, est évaporée à une chaleur douce jusqu'à ce qu'il se forme à sa surface une légère pellicule, il se dépose, par le refroidissement, des cristaux prismatiques qui sont des solides à six faces égales et terminées

par des pyramides dont il n'a pas été possible de déterminer la forme.

Expérience VII.

Si, au lieu de mêler de l'eau à la liqueur de l'expérience quatrième pour en précipiter la matière dont on a parlé, on l'expose à l'air libre, elle présente les phénomènes suivans : 1°. une portion de l'ammoniaque libre se volatilise et se dissout dans l'air atmosphérique ; 2°. des cristaux polyëdres à faces très-brillantes se forment à la surface de la liqueur et sur les parois du vase où elle étoit contenue ; 3°. lorsque la plus grande partie de l'ammoniaque est dissipée dans l'atmosphère, il ne se dépose plus de cristaux, et l'eau n'en précipite plus ou presque plus rien.

Ces cristaux, comme nous le dirons plus bas, sont de la même nature que la matière séparée en poudre blanche par l'eau dans l'expérience IV, et ils n'en diffèrent que par la forme régulière qu'ils doivent à la lenteur avec laquelle leurs molécules se sont séparées du dissolvant.

§. III. *Analyse de la matière précipitée en poudre ou en cristaux dans l'expérience IV ci-dessus.*

Après avoir exposé sommairement les phénomènes qui se présentent dans les différens

mélanges de l'ammoniaque et du nitrate de mercure, il faut examiner les principales propriétés des matières composées qui en résultent.

Expérience I.

La matière blanche précipitée par l'eau dans l'expérience IV, n'a point d'odeur quand elle est bien sèche, sa saveur est extrêmement âpre; elle demande 1200 parties d'eau à 10 degrés pour se dissoudre.

Expérience II.

Lorsqu'on la traite par l'eau bouillante, il s'en sépare à cette température une petite quantité d'ammoniaque, et cette perte la rend encore moins soluble dans l'eau.

Expérience III.

La chaux en dégage aussi de l'ammoniaque, mais plus abondamment que la température simple de 80 degrés.

Expérience IV.

Les couleurs bleues végétales sont verdies par la poussière de cette matière humectée d'une quantité d'eau nécessaire pour en former une pâte légèrement coulante.

Epérience V.

L'acide muriatique la dissout très-facilement, soit qu'elle ait été précipitée en poussière et sans forme bien décidée, soit qu'elle se soit cristallisée lentement; il résulte de cette dissolution muriatique une liqueur claire que les alcalis fixes et volatils précipitent abondamment en blanc.

Expérience VI.

La dissolution de cette matière dans l'eau est précipitée en blanc par la chaux, par la potasse et la soude, mais l'ammoniaque n'y fait rien.

Expérience VII.

L'acide sulfurique mis sur la poussière blanche de cette substance, en dégage, à l'aide de la chaleur, des vapeurs d'acide nitrique légèrement jaunes.

Expérience VIII.

Cette matière distillée à feud nud a fourni, 1°. de l'ammoniaque, 2°. du gaz azote, 3°. du gaz oxigène, 4°. du mercure coulant, 5°. enfin un léger enduit d'oxide jaunâtre de mercure sur la paroi supérieure de la cornue.

On voit par ces expériences, que la matière

précipitée par l'eau dans l'expérience IV est composée d'oxide de mercure, d'acide nitrique et d'ammoniaque.

Expérience IX.

Pour connoître la proportion des principes de ce composé ou sel triple, on en a fait dissoudre 100 parties dans l'acide muriatique affoibli, et on a fait évaporer la dissolution jusqu'à siccité. Comme il se forme, pendant cette opération et sur-tout vers la fin, du muriate d'ammoniaque à raison de la décomposition de l'acide nitrique par l'acide muriatique excédent qui devient acide muriatique oxigéné; et comme ce sel auroit nui aux succès de l'opération, on a versé, sur le mêlange, de l'acide sulfurique concentré : celui-ci a décomposé le muriate d'ammoniaque et le nitrate d'ammoniaque qui auraient pu échapper à l'action de l'acide muriatique. La matière, mise dans une phiole à médecine recouverte d'une autre phiole pareille, a été chauffée d'abord légèrement, afin de volatiliser l'humidité de l'acide sulfurique; ensuite on a augmenté la chaleur, et il s'est élevé sur-le-champ, à la voûte de la bouteille, des cristaux de muriate de mercure corrosif qui pesoient 88 grains ; il est resté au fond de la phiole une matière saline fondue qui étoit du sulfate d'am-

moniaque avec un peu d'acide sulfurique en excès qu'on lui a enlevé par l'alcool, il y en avait 46 grains. On auroit pu, sans employer la sublimation, séparer ces deux substances, en les traitant par l'alcool ; le muriate de mercure corrosif s'y seroit dissous, et le sulfate d'ammoniaque auroit été obtenu pur ; mais le premier moyen est aussi exact et plus expéditif.

Les 88 grains de muriate de mercure corrosif ayant été dissous dans une suffisante quantité d'eau, on l'a décomposé par la soude caustique, et on a obtenu 66 grains d'oxide de mercure jaune, dont 100 parties ont donné par la distillation 87 parties de mercure coulant et 13 de gaz oxigène.

D'après cette donnée, quoiqu'un peu inexacte, puisqu'il est impossible d'obtenir l'oxide de mercure dans le même état d'oxidation que celui où il est dans le sel dont on vient d'exposer les propriétés, on peut cependant conclure que l'acide nitrique et l'ammoniaque (substances démontrées dans cette matière par des expériences antérieures) sont les 0,34 de son poids. Pour connoître à-peu-près combien chacune de ces substances, savoir l'ammoniaque et l'acide nitrique, font sur un quintal de ce sel, que l'on pourroit nommer *nitrate ammoniaco-mercuriel avec excès d'oxide et d'ammoniaque*,

on a traité de 46 grains de sulfate d'ammoniaque obtenus d'un quintal de nitrate ammoniaco-mercuriel, dans l'expérience IX, avec de la chaux vive et un peu d'eau. On a obtenu une quantité de cet alcali capable de former 40 grains de sulfate d'ammoniaque cristallisé(1); ce qui donne environ 18 grains d'ammoniaque pure.

De cette seconde donnée on voit, 1°. que sur les 0,34 qui restent pour compléter le quintal de matière employée, il n'y a que 16 parties d'acide nitrique; 2°. que cette quantité d'acide, en supposant qu'il n'y ait pas d'eau, est trop petite pour occuper 18 grains d'ammoniaque et 66 grains d'oxide de mercure; 3°. qu'il doit y avoir dans cette substance une certaine quantité d'ammoniaque et d'oxide de mercure qui ne forme point de véritables sels neutres, mais qui y sont dans un état inconnu; 4°. que ces matières forment ensemble un être tout-à-fait nouveau qui n'est pas du nitrate de mercure pur, car alors il faudroit supposer que l'ammoniaque n'y tînt à rien, et qui n'est pas non plus du nitrate d'ammoniaque, puisque les 18

(1) La différence vient de l'excès d'acide que contenoit celui qui a été obtenu de la décomposition du sel triple.

grains de cet alcali obtenus précédemmment sont susceptibles de saturer à eux seuls les 16 parties d'acide nitrique, et d'après cette supposition il seroit nécessaire que l'oxide de mercure n'occupât aucune molécule d'acide nitrique, ce que démontrent nos expériences ; 5°. enfin, que cette matière doit être nommée *nitrate ammoniaco-mercuriel avec excès d'oxide et d'ammoniaque.*

Expérience X.

La liqueur précipitée par l'eau dans l'expérience IV, évaporée, donne des cristaux qui contiennnent de l'oxide de mercure ; car les alcalis fixes produisoient dans cette eau un précipité blanc avant qu'elle fût évaporée, et leur saveur manifestement métallique et particulière aux sels mercuriels prouve aussi sa présence ; mais en examinant exactement ces cristaux, on trouve quil y en a de deux espèces parfaitement distinctes, puisqu'il est possible d'en séparer quelques-uns qui ne contiennent point d'oxide de mercure, et qui présentent les caractères du nitrate d'ammoniaque. En effet on remarque dans la cristallisation de cette liqueur précipitée par l'eau, quil y a deux sortes de sels, l'un qui est en solides allongés et l'autre sous la forme d'une poussière grenue. On parvient à séparer ces deux sels en versant

dessus une quantité d'eau telle qu'elle n'aille guère au-delà de ce qu'il en faut pour dissoudre le nitrate d'mmoniaque, et la poussière blanche reste au fond du vase. Cette poussière, examinée comparativement avec le précipité que forme l'ammoniaque dans la liqueur de l'expérieuce IV, n'a présenté aucune différence dans la natnre et les proportions de ses principes.

On a démontré par les expériences décrites ci-devant, que ce sel est composé de 9, 20 d'oxide de mercure, de 16 parties d'ammoniaque, et de 15,80 d'acide nitrique et d'eau.

§. IV. *Précipitation du muriate de mercure corrosif par l'ammoniaque ; formation du muriate ammoniaco-mercuriel.*

Expérience I.

Une dissolntion de 100 parties de muriate de mercure corrosif, mêlée avec de l'ammoniaque, est précipitée en une poussière blanche très-abondante qui, lavée et desséchée, pèse 86 parties, terme moyen tiré de plurieurs expériences dans lesquelles on a eu quelques légères différences dans les proportions.

Expérience II.

La soude caustique ne donne que 75 parties

de précipité briqueté avec une dissolution de 100 parties de muriate de mercure corrosif.

Expérience III.

La matière blanche obtenue d'une dissolution du sublimé corrosif par l'addition de l'ammoniaque, n'a d'abord qu'une saveur terreuse, mais au bout de quelques minutes cette saveur devient métallique et analogue à celle que l'on trouve à toutes les préparations mercurielles.

Expérience IV.

L'eau pure ne paroit pas avoir d'action sensible sur ce précipité blanc, ou du moins cette action est très-peu sensible.

Expérience V.

La chaleur qui fait rougir le verre, décompose entièrement cette substance ; elle commence bien à se décomposer avant ce dégré de chaleur, mais il est nécessaire pour la faire changer tout-a-fait d'état. 100 grains de ce précipité distillé dans une cornue ont produit, 1°. de l'ammoniaque à l'état liquide et fluide élastique ; 2° du gaz azote, environ cinq pouces cubes ; 3° une matière grise-blanche attachée au col de la cornue, qui étoit du véritable mercure doux, pesant 86 grains, et sur lequel on reviendra plus bas.

Expérience

EXPÉRIENCE. VI

Les acides altèrent ce précipité d'une manière bien différente que le calorique ; l'acide sulfurique forme avec cette substance une portion de sublimé corrosif, une portion de sulfate d'ammoniaque, et une troisième portion est convertie en sulfate de mercure, de sorte qu'il se forme du sulfate ammoniaco-mercuriel.

EXPÉRIENCE VII.

L'acide nitrique lui fait éprouver les mêmes altérations ; il se forme du sublimé corrosif et du nitrate ammoniaco-mercuriel ; l'on verra plus bas pourquoi ces acides ne réduisent pas toute la matière en sublimé corrosif, en décomposant la portion de muriate d'ammoniaque qu'elle contient.

EXPÉRIENCE VIII.

L'acide muriatique dissout entièrement le précipité dont il est question ; il se forme dans ce cas un sel alembroth, dans lequel la quantité de muriate d'ammoniaque est plus petite que celle du muriate de mercure corrosif. Ce sel alembroth, ou muriate ammoniaco-mercuriel dissoluble dans l'eau, se comporte avec les réactifs absolument comme celui que les

alchimistes ont fait connoître. On sent aisément quelle est la cause qui fait passer la matière insoluble à l'état de sublimé corrosif soluble; c'est l'addition de l'acide muriatique. Si on ajoute à la matière précipitée de la dissolution du muriate de mercure corrosif par l'ammoniaque, une certaine quantité de muriate d'ammoniaque, les acides sulfurique et nitrique la convertissent alors entièrement en sublimé corrosif qui, en s'unissant au muriate d'ammoniaque, s'il en reste, forme du sel alembroth.

Expérience IX.

L'acide sulfurique ne fait point repasser le mercure doux à l'état de sublimé corrosif sans lui céder de l'oxigène, ainsi que l'acide nitrique; c'est pourquoi il se dégage, dans un cas, de l'acide sulfureux, et dans l'autre, du gaz nitreux; c'est pourquoi aussi l'acide muriatique n'a aucune action sur lui, tandis que l'acide muriatique oxigéné le change en sublimé corrosif. Il y a donc une différence entre notre précipité blanc et le mercure doux, puisque tous les acides l'ont converti, en tout ou en partie, en sublimé corrosif, sans être décomposés comme par le mercure doux. Ce n'est, d'après cela, qu'en se combinant à l'acide muriatique du sublimé corrosif, que l'ammoniaque décompose

ce sel métallique et le met dans l'état de muriate ammoniaco-mercuriel insoluble et dans l'état de muriate ammoniacal.

Voici les proportions des principes du muriate mercurio-ammoniacal trouvés par les expériences précédentes :

Oxide de mercure	81
Acide muriatique	16
Ammoniaque	3
Total	100

Expérience X.

La liqueur qui surnage le précipité du muriate de mercure par l'ammoniaque, a donné par l'évaporation sept grains de muriate d'ammoniaque pur, et sans mélange de muriate de mercure; il y a eu sept grains de perte dans cette opération, tandis qu'il auroit dû y avoir quelqu'augmentation, puisqu'il s'est fixé une portion d'ammoniaque. Cette perte ne peut venir que de l'eau contenue dans le muriate de mercure corrosif.

§. V. *Résultats généraux et comparés de toutes les expériences précédentes.*

I. Toutes les expériences décrites dans ce

mémoire prouvent qu'en décomposant le nitrate et le muriate de mercure par l'ammoniaque, il se forme des sels triples comme dans la décomposition du sulfate de mercure par la même espèce d'alcali.

II. Le nitrate de mercure diffère cependant beaucoup du muriate de mercure par la manière dont l'ammoniaque le décompose. En effet il se forme d'abord un peu de précipité gris; une partie de l'oxide de mercure se réduit par l'ammoniaque, et en cela le nitrate de mercure se rapproche du sulfate de mercure.

III. Au contraire le muriate mercuriel corrosif, sans donner aucune portion de précipité gris, sans offrir aucune réduction de l'oxide de mercure, présente tout à coup la formation d'un sel triple indissoluble très-blanc, qui se précipite tout entier, et dont il ne reste aucune partie dissoute dans la liqueur.

IV. Il paroît que cette différence dépend de l'état d'oxidation du mercure, plus grande dans le muriate corrosif que dans le sulfate et le nitrate de ce métal.

V. Mais de ce que l'oxide de mercure est plus chargé d'oxigène dans le dernier sel que dans les deux premiers, comment en conclure que l'ammoniaque, qui paroit d'autant plus

disposée à la décomposition, qu'elle trouve des corps plus abondamment oxigénés, ne peut point agir sur cet oxide comme sur ceux qui sont combinés avec les acides nitrique et sulfurique ?

VI. On ne peut répondre à cette question et résoudre cette espèce de problême, qu'en présumant qu'à un certain état d'oxidation, l'oxide de mercure tend plutôt à s'unir à l'ammoniaque qu'à opérer la décomposition de cet alcali.

VII. L'union de l'oxide de mercure à l'ammoniaque semble ici former une espèce de sel neutre, de *mercuriate ammoniacal*, comme le fait l'oxide d'antimoine avec l'alcali fixe; alors le sel triple peut être considéré comme formé d'une base, l'ammoniaque, avec deux acides, celui qui dissolvoit auparavant le mercure, et le mercure lui-même assez oxidé pour faire les fonctions d'acide.

VIII. Ce n'est que de cette manière que l'on conçoit comment les sels triples dont il est ici question, contiennent constamment plus de mercure et d'ammoniaque que l'acide, qui y est contenu, ne paroît devoir en saturer.

IX. Les chimistes modernes pensent généralement que les métaux sont susceptibles de devenir acides ou de jouer les rôles des acides ;

et déjà, outre les trois qui forment, par une forte oxidation des acides plus ou moins puissans, l'arsenic, le tungstène et le molybdène, on trouve dans l'antimoine, le mercure, l'argent et l'or, les propriétés de saturer les alcalis, et de former avec eux des sels cristallisables, qui tiennent manifestement à celle des acides.

X. Il est permis de soupçonner d'après cela, que tous les oxides métalliques, qui dans leur précipitation par les alcalis se redissolvent par ces derniers mis en excès, jouent alors le rôle des acides, et c'est sous cette nouvelle forme de combinaison, qu'ils paroissent susceptibles de s'unir avec les sels neutres, et de donner naissance à des genres de trisules ou sels triples, dont le nombre et les propriétés présentent un sujet de recherches, utiles aux chimistes.



SUR LA NUTRITION DES VÉGÉTAUX,

TROISIÈME MÉMOIRE;

Par J. H. HASSENFRATZ.

J'AI fait voir, dans le premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie des sciences, que les plantes qui croissent dans l'eau et dans l'air seuls n'augmentent de volume et de poids que par le concours de l'eau seule; qu'elles ne contiennent après leur développement qu'une quantité de carbonne un peu moindre que celle qui étoit dans leur élément.

J'ai fait voir dans un second mémoire, que l'augmentation de carbone dans les plantes qui croissent dans la terre, n'étoit point produite par de l'acide carbonique décomposé, et que l'acte de la végétation n'étoit pas le moyen que la nature employoit pour décomposer l'acide carbonique et redonner à l'atmosphère le gaz oxigène qui est employé dans tous les instans à la formation de cet acide par la respiration et la combustion.

Je vais essayer dans ce troisième mémoire,

D iv

à indiquer le procédé que la nature emploie pour augmenter le carbone dans les plantes.

Toutes les personnes qui ont examiné les fumiers se sont aperçues que l'eau qui les imbibe et qui coule à travers leur masse, se colore en brun.

Cette eau, soumise à l'évaporation, laisse, pour résidu principal, du charbon; ce qui prouve que le charbon est susceptible de se dissoudre ou se suspendre dans l'eau.

J'ai observé, dans les analyses (que j'ai faites avec M. Fourcroy) de deux espèces de terreau pour la société d'agriculture, que lorsque ces terreaux avoient séjourné quelque tems dans l'eau, l'eau se coloroit en brun et qu'elle laissoit du charbon à l'évaporation.

On remarque que les places sur lesquelles on jette les tas de fumier sur un terrain que l'on va ensemencer, produisent des végétaux plus forts et plus vigoureux, lorsque le fumier a séjourné quelque-tems, et qu'il est tombé un peu d'eau dessus pendant son séjour; que les végétaux y sont plus vigoureux que dans les places où l'on a pas jeté les tas de fumier, et que dans celles même où il y a eu des tas de fumier qui n'ont pas été mouillés.

Comme la différence entre ces places où les tas de fumier ont été déposés, et celles où

il n'y en a pas eu, résulte de ce que les premières sont imprégnées d'eau qui tient du charbon en dissolution, il s'en suit que là où il y a du charbon en dissolution dans l'eau, la végétation est plus forte et plus vigoureuse.

Deux terres semblables ont été fumées, l'une avec du fumier long dont la paille n'avoit encore subi qu'un commencement de décomposition, l'autre avec du fumier bien pourri et réduit à un état propre à être coupé en motte : ces deux terres ayant été cultivées et semées de la même manière, la seconde produisit, la première année, des plantes plus grosses, plus fortes et plus vigoureuses que la première; mais la seconde année, n'ayant pas mis de nouvel engrais dans l'une ni dans l'autre terre, la première produisit des plantes plus grosses et plus fortes que la seconde; la troisième année la première terre eut encore un peu d'avantages sur la seconde.

Le fumier long coloroit peu l'eau dans laquelle on le laissoit quelque tems, tandis que le second la coloroit avec beaucoup de facilité, et cela plusieurs fois consécutives. Ainsi la différence entre ces deux espèces de fumier étoit que le premier laissoit dissoudre difficilement son charbon dans l'eau, tandis que le charbon du second étoit dissous avec facilité.

Aussi la première année une grande partie du charbon du fumier pourri a été dissoute par l'eau, et les plantes qui ont crû dans son terrain ont été très fortes et très-vigoureuses, tandis que le fumier long n'ayant laissé dissoudre par l'eau qu'une quantité moins considérable de son charbon, les plantes ont été moins fortes et moins vigoureuses, mais aussi la seconde année le fumier long avoit encore une grande quantité de charbon propre à être dissous, tandis que le fumier pourri, n'en ayant plus ou infiniment peu, n'a pu produire des plantes aussi fortes et aussi vigoureuses que le premier.

Une expérience qui vient à l'appui de l'action de la dissolution du charbon dans l'eau sur la végétation, est celle-ci :

On fit mettre à Champeroux, dans le département de l'Allier, des copeaux, des éclats de bois qui avoient séjourné pendant huit à dix mois dans une cour humide, et qui avoient éprouvé un commencement de fermentation; on fit transporter ces copeaux, on les fit répandre sur des terres en grande quantité pour obtenir un effet immédiat : la première et la seconde année ces terres ne produisirent pas plus que des terres semblables qui n'avoient pas été fumées; la troisième année la production fut plus abondante, la quatrième davan-

tage, la cinquième, elle fut à-peu-près à son *maximum* de production, et elle diminua jusqu'à la neuvième, où l'engrais fut entièrement consommé.

Je ne rapporterai point ici la végétation active des places où l'on a brûlé du charbon, de celles où l'on a brûlé des plantes levées en mottes, de celles où l'on a répandu des cendres lessivées et qui colorent encore l'eau en brun par le charbon qu'elles contiennent, etc. etc.; il me suffit d'avoir établi d'une manière bien marquée que toute chose égale d'ailleurs, la végétation est d'autant plus forte et plus vigoureuse que le terrain contient la quantité la plus grande de charbon dissous dans l'eau.

Il est inutile de prévenir que ce que j'appelle la plus grande quantité n'est que relatif à la quantité proportionnelle d'engrais que l'on emploie ordinairement, parce qu'il est très-probable qu'il doit y avoir un *maximum* de dissolution de charbon dans l'eau pour produire la plus grande force et la plus grande vigueur dans les plantes, et que ce *maximum* doit dépendre de la nature de chaque plante.

Les expériences sur la végétation de M. la Baisse qui ont été couronnées par l'académie de Bordeaux, parmi lesquelles ce savant nous a appris que les plantes qui croissent dans de

l'eau colorée par de la garance, se colorent en rouge, et celles de M. Bonnet qui nous ont fait connoître que des plantes qui croissent dans l'encre se colorent en noir; ces expériences nous prouvent que les racines peuvent sucer de l'eau colorée, et déposer la matière colorante dans l'intérieur des plantes.

Cela posé, il est clair que les racines, qui sont les organes qui puisent de la terre les substances nutritives des plantes, y prennent l'eau plus ou moins colorée par le charbon; que le charbon, pris avec l'eau par les racines, se dépose dans l'intérieur des plantes, et contribue ainsi à augmenter celui qui y est déjà.

Il suit encore de-là que plus le terrain contient de charbon propre à être dissous par l'eau, plus l'eau s'en charge, plus elle entraîne dans la plante, et plus il peut s'en déposer.

Or, comme l'expérience a fait voir que c'étoit dans les lieux où il y avoit une plus grande quantité de charbon soluble dans l'eau, que la végétation étoit la plus forte et la plus vigoureuse, il s'en suit que la force et la vigueur de la plante dépend de la quantité de charbon que l'eau, tirée par les racines, entraîne avec elle, et conséquemment de la quantité qu'il peut se déposer dans l'intérieur de la plante par ce procédé.

Comparons maintenant cette manière d'accroître le carbone de la plante avec l'oxigène dégagé à la lumière, l'acide carbonique à l'obscurité, et la chaleur des plantes pendant l'acte de la végétation.

L'oxigène est produit par la décomposition de l'eau; l'accroissement de l'hydrogène dans la plante par l'hydrogène de la décomposition de l'eau; et l'acide carbonique par l'oxigène de l'atmosphère combiné avec une partie du carbone apporté par l'eau et puisé par les racines.

Pendant la végétation il y a deux opérations qui contribuent à diminuer la chaleur de la plante, et deux qui contribuent à l'augmenter.

Les deux causes qui contribuent à diminuer la chaleur, sont, 1°. la décomposition de l'eau dans la plante et la formation du gaz oxigène qui se dégage, 2°. la vaporisation d'une portion de l'eau puisée par les racines.

Les deux causes qui contribuent à augmenter la chaleur, sont, 1°. la formation de l'acide carbonique par l'oxigène de l'atmosphère et le carbone de la plante, 2°. la combinaison intime de l'hydrogène, du carbone et des autres parties constituantes des plantes.

Or, comme les expériences de M. Ingen-Housz prouvent que lorsqu'il se dégage de

l'oxigène, il ne se dégage point et très-probablement il ne se forme point d'acide carbonique, il s'en suit que dans ce moment, qui est celui où les plantes sont éclairées par les rayons solaires, deux causes contribuent à l'absorption du calorique, la décomposition et la vaporisation de l'eau, et une seule à son dégagement, la combinaison du carbone, de l'hydrogène et des autres parties constituantes de la plante ; d'où il seroit possible qu'il y eût du froid de produit.

Comme les expériences de M. Ingen-Housz prouvent que lorsqu'il se dégage de l'acide carbonique, il ne se dégage point d'oxigène, il doit arriver deux choses : 1°. qu'une cause, la formation de l'acide carbonique par le carbone déposé et l'oxigène de l'atmosphère pénétré dans la plante, produit de la chaleur; et une cause, l'évaporation de l'eau, produit du froid : dans ce cas il y aura certainement chaleur produite ; 2°. que deux causes, la décomposition d'une portion d'eau et l'évaporation d'une autre portion, produisent du froid; et deux autres causes, la formation de l'acide carbonique par une portion de l'oxigène de l'atmosphère et de l'oxigène tout entier dégagé de la décomposition de l'eau, et la combinaison du carbone, de l'hydrogène et des autres parties

constituantes des plantes, produisent de la chaleur : dans ce second cas la quantité de calorique dégagé doit être plus grande que celle du calorique absorbé, et les plantes doivent produire de la chaleur.

Toutes les expériences sur la chaleur des plantes, qui ont été faites hors de la présence du soleil prouvent qu'il y a dégagementde chaleur, ce qui s'accorde parfaitement avec les résultats qui doivent avoir lieu dans l'explication que j'ai donnée de l'accroissement du carbone des plantes.

On trouve, dans la série des expériences faites par Jean Hunter sur la chaleur des plantes, quelques anomalies qui feroient croire qu'il n'y a pas de chaleur sensiblement dégagée, lorsque le soleil éclaire les végétaux; mais comme les expériences tentées jusqu'à présent pour s'assurer de la chaleur dégagée des plantes exposées aux rayons du soleil, n'ont pas été faites de manière à donner un résultat positif, nous attendons, avant de prononcer sur cette partie, seulement qu'il y ait des expériences plus exactes.

Concluons que de toutes les manières d'expliquer l'accroissement du carbone dans les plantes par l'acte de la végétation, celle qui a un rapport plus direct avec les engrais, celle qui s'accorde le mieux avec tous les faits con-

nus, est la dissolution du charbon dans l'eau, sucé ensuite par les racines et déposé dans l'intérieur des plantes; qu'ainsi le charbon dissous dans l'eau est une des substances nutritives des plantes.

EXPÉRIENCES ET OBSERVATIONS

Sur les fermens, sur la fermentation et sur les moyens de l'exciter dans la drèche sans le secours de la levure, avec l'essai d'une nouvelle théorie de ce procédé; adressées à la Société littéraire et philosophique de Manchester en 1785, par M. THOMAS HENRY:

Traduites de l'Anglais par Madame ***.

De tous les phénomènes que la chimie présente, il n'en est pas qui aient été expliqués d'une manière moins satisfaisante que ceux de fermentation. Les chimistes se sont contentés de décrire ce qui se passe dans cette opération, ses progrès et ses résultats; mais il n'ont fait aucune recherche sur les causes primitives et sur la manière dont s'opèrent les changemens qui arrivent aux corps soumis à son action.

Depuis

Depuis peu d'années la théorie de la chimie a éprouvé de grands changemens; les découvertes importantes de Black, de Priestley et de plusieurs autres chimistes qui se sont efforcés de suivre leurs traces, ont heureusement expliqué la plupart des phénomènes chimiques qui étoient auparavant inintelligibles; en sorte que le moment présent est devenu une des époques des plus brillantes dans l'histoire de cette science. Nous connoissons maintenant la nature de la chaux et des alcalis, ce qui différencie un métal d'avec sa chaux, la cause de l'augmentation de poids qui s'observe lorsqu'il passe à ce dernier état, et la perte qu'il éprouve lorsqu'il retourne à sa forme métalique. La constitution de l'air atmosphérique a été démontrée, différens gaz ressemblant à l'air en plusieurs points, mais différens les uns des autres, ont été découverts, et parmi eux un fluide éthéré supérieur, par sa propriété, à l'air commun et capable d'entretenir plus fortement et plus long-tems la vie et la combustion. Ces premiers résultats sur ce fluide, qui est la partie vitale de l'air commun, nous promettent de nombreuses découvertes en chimie sur les différentes combinaisons. Nous devons déjà aux expériences des savans sur cet air la connoissance de la constitution des acides et de l'eau.

De tous les gaz qui ont frappé l'attention des chimistes pneumatistes, l'air fixe, ou, comme il a été plus exactement dénommé par M. Bergman l'acide aérien, est celui sur lequel ils ont d'abord porté leurs vues. Nanhelmont a observé anciennement qu'on pouvait en retirer une grande quantité des liqueurs soumises à la fermentation vineuse; le docteur Priestley a fait voir qu'on pouvait le recombiner avec elles, et il a prouvé que leur force ou leur agrément dépendoit de sa présence, au point que ces liqueurs devenoient insipides et plates, lorsqu'elles en étoient privées.

Mais, quoique M. Cawendish ait prouvé l'existence et déterminé la quantité du gaz produit pendant la fermentation, et que le docteur Priestley ait déjà fait les expériences ci-dessus rapportées, il ne paroît pas que ces savans aient pu décider si ce gaz étoit la cause ou le produit de la fermentation.

C'est un fait bien connu des brasseurs que le moût de bierre et toutes les autres liqueurs purement sucrées, comme le jus de raisin, ne peuvent parvenir à la fermentation vineuse sans l'addition d'un serment. On emploie communément pour cet effet la levure ou levain, qui est une substance très-gluante et pleine d'écume, prise à la surface d'autres liqueurs en fermentation.

Mais ni la nature de cette substance, ni le mode de son action n'a été examiné avec ce degré d'attention qu'aurait dû exciter l'action d'un agent aussi extraordinaire. Nous savons en général qu'on produit du vin avec un ferment vineux, qu'on produit du vinaigre avec un ferment acéteux, enfin qu'avec un ferment putride cette fermentation se termine par la putréfaction; mais nous ne savons rien de plus relativement à la manière dont ces fermens produisent leurs effets, et relativement à la fermentation elle-même.

Avant de donner ma théorie sur les fermens et sur la fermentation, je rapporterai une suite de faits qui m'ont fait naître quelques idées à ce sujet; je présenterai ensuite les phénomènes tenant aux expériences comme ils ont été décrits par les chimistes qui m'ont précédé, et ce ne sera qu'ensuite que je hasarderai mon hypothèse. Rien n'aurait été capable de me faire surmonter l'espèce de défiance que j'ai de moi-même, si ce n'étoit l'indulgence de la société sur laquelle j'ai compté, et que j'ai si souvent éprouvée : dans aucune autre occasion je n'en ai eu plus besoin que dans celle-ci. Marchant dans l'obscurité, manquant absolument de guides n'ayant que mon peu de talens pour lever les obstacles, porter la lumière sur les parties

obscures et indiquer ce qui peut être regardé comme certain, je me suis trouvé dans une situation très-difficile. J'espérois que mon ouvrage seroit moins imparfait, mais l'accident arrivé à mon malheureux fils a tellement absorbé mon tems, qu'il ne m'en est resté qu'une très-petite portion à donner aux sciences.

Dès que le docteur Priestley eut publié sa méthode d'imprégner l'eau d'air fixe, je préparai, par son procédé, de l'eau artificielle de Pyrmont, et j'observai que l'eau ainsi saturée ne bouillonnoit pas sur-le-champ, lorsqu'on la transvasoit, mais qu'après avoir été gardée dans une bouteille exactement fermée pendant quelques jours, elle donnoit, lorsqu'on la débouchoit, l'apparence bouillonnante des vraies eaux de Pyrmont. J'attribue cet effet au gaz qui s'est combiné plus intimément avec l'eau, et qui réduit à une sorte d'état latent, recouvre son élasticité et cherche à s'échapper.

Je fis un jour du punch avec cette eau, et il m'en resta environ une pinte; je la mis dans une bouteille qui pouvoit en contenir le quart, et je la bouchai exactement. L'ayant ouverte au bout de trois ou quatre jours, en la versant elle pétilloit et moussoit comme du cidre. Un vieux homme à qui j'en fis boire, fut fort curieux de savoir d'où étoit ce vin délicieux qu'il

buvoit; il me demanda avec tant d'empressement si je n'en avois pas encore, que je lui en donnai une autre bouteille.

Le docteur Priestley nous a déjà dit que le vin ou la drèche qui avoient perdu leur force et leur goût, les reprenoient lorsqu'ils étoient impregnés d'air fixe. En impregnant de l'*ale* foible, je fus étonné de ne pas trouver que l'effet fût produit sur-le champ; mais l'ayant gardé dans une bouteille bouchée pendant quatre ou cinq jours, je la retrouvai aussi forte que celle qui avoit été conservée en bouteilles pendant plusieurs mois.

En 1778, j'imprégnai d'air fixe du petit-lait que j'avais clarifié pour faire du sucre de lait, et je le mis en bouteille: au bout d'une semaine le petit-lait étoit devenu très-spiritueux, et la bouteille avoit été si bien bouchée; que l'air ne pouvant trouver d'issue, fit sauter le bouchon.

Une autre bouteille, qui n'a été ouverte qu'en 1782, contenoit une liqueur qui n'étoit pas tout-à-fait si forte; mais le petit-lait avoit pris un goût vineux sans la moinde acidité.

Je commençai alors à soupçonner que l'air fixe étoit la cause de la fermentation, ou, dans d'autres termes, que la propriété du levain comme ferment dépendoit de la quantité d'air fixe qu'il contenoit, et que le levain n'étoit

autre chose que de l'air fixe enveloppé de la partie mucilageuse de la liqueur fermentante. Je me déterminai, d'après ces idées, à faire un levain artificiel.

Pour cet effet je fis bouillir de la fleur de farine dans de l'eau à consistance d'une gelée claire, et je mis ce mêlange dans la partie du milieu de la machine de Noolh ; je l'imprégnai d'air fixe, et lorsqu'il en eut absorbé une grande quantité, je le mis dans une bouteille exactement fermée, que j'exposerai à une chaleur modérée.

Le lendemain le mêlange étoit dans une espèce de fermentation, et le troisième jour il acquit tellement l'apparence du levain, que j'y ajoutai de la farine pétrie : la fermentation s'arrêta au bout de cinq ou six heures. Je le fis cuire ; le produit étoit un pain assez passablement fermenté.

Je me déterminai alors à faire une expérience plus démonstrative.

On sait que le moût obtenu du mal ne peut être porté à un état de fermentation qu'à l'aide d'un ferment, et qu'on emploie toujours de la levure de bierre à cet effet. Si donc, en impregnant du moût avec l'air fixe, je puis le porter à la fermentation vineuse, si je puis, à l'aide de cette fermentation, produire de la bierre,

et si de cette bierre je puis obtenir de l'esprit ardent, je crois que je pourrai annoncer au public une méthode de se procurer promptement des liqueurs fermentées dans tous les climats et dans toutes les situations.

Pour l'essayer je me procurai d'une brasserie huit pintes de moût de bierre très-fort qui avoit un goût piquant et désagréable, et qui avoit été fait avec de mauvais houblon ou quelque chose pour en tenir lieu. J'imprégnai une grande partie de la liqueur d'air fixe dans la machine de Noolh; elle en absorba promptement une très-grande quantité. Lorsqu'elle fut ainsi imprégnée, je la mêlai avec l'autre partie, et je versai le tout dans une grande cruche de terre dont l'ouverture étoit fermée avec un linge, et je l'exposai à un degré de chaleur d'environ 70 à 80 degrés du thermomètre de Fahreneit. En vingt-quatre heures la liqueur étoit en pleine fermentation, et il commença à se rassembler de la levure à la surface; le troisième jour elle étoit convertie en une véritable bierre. Je la mis dans un vaisseau de terre, tel que ceux dont le peuple se sert pour conserver les liqueurs brassées et fermentées, pendant une semaine environ : je retiré de ce vaisseau beaucoup de levure qui se rassembloit à la surface; le la mêlai avec de la farine, et j'en fis un

aussi bon pain que je l'aurois obtenu en employant une quantité égale d'une autre levure.

Je fermai alors le vaisseau, et je l'ouvris au bout d'un mois : la liqueur étoit bien fermentée. Je pris la surface ; et quoique le moût de bierre eut un goût désagréable, elle étoit aussi bonne que celle que l'on trouve ordinairement dans les brasseries.

Une portion de cette bierre fut distillée, et elle donna de l'esprit-de-vin que je soumets à l'examen de la société ; mais le vaisseau ayant été cassé avant la fin de la distillation, la quantité n'a pu être déterminée d'une manière certaine, cependant elle ne paroît pas différer beaucoup de ce qu'une quantité égale de bierre ordinaire auroit fourni.

Ayant perdu mes notes, j'ai été obligé de vous donner de mémoire les détails précédens, et je n'ai pu les recommencer qu'au mois d'août 1784. Les expériences suivantes sont prises sur les notes de mon journal.

Le 30 août, je pris huit pintes de moût de bierre commune dont moitié, dès le soir, fut imprégnée, mais non saturée, d'air fixe ; je mêlai cette portion avec celle qui n'étoit pas imprégnée, et vers minuit je la mis dans une grande cruche à la température de l'air d'une cuisine où elle resta toute la nuit. Il n'y avoit

le matin aucun signe de fermentation; ce n'est qu'à cinq heures du soir que j'apperçus un léger mouvement à la surface. Craignant alors que la quantité du gaz, dont j'avois imprégné le moût de bierre, ne fût pas assez considérable, j'adaptai une bouteille qui contenoit un mêlange de chaux et d'acide vitriolique, et je conduisis dans le moût de bierre l'air dégagé de l'effervescence. A neuf heures l'air de la bouteille passoit très-fortement, et le moût paroissoit commencer à fermenter. Je retirai la bouteille à onze heures : la fermentation alors étoit commencée sans équivoque; la surface de la liqueur portoit un peu à la tête; la température du moût étoit à 80 degré et l'extérieur de vase à 78.

Le premier septembre, à sept heures du matin, le feu de la cuisine étant tombé pendant la nuit, la fermentation alloit moins vîte; la température intérieure du vase n'étoit qu'à 72, et avoit été probablement plus bas pendant la nuit; car le feu étoit alors augmenté. La liqueur se remit en mouvement quand le thermomètre qu'on y plongea se fut élevé à 82 degrés; le feu fut retiré à neuf heures, et le thermomètre marquoit 92 : le moût fut éloigné du feu, à quatre heures : la chaleur étoit forte, et à onze heures elle étoit encore augmentée.

Le 2 septembre, à neuf heures, la liqueur parvenue au point d'être propre à être mise en tonneau, on la mit en effet dans un baril, et on la porta à onze heures dans un cellier : à midi la partie supérieure du moût montoit au sommet du vaisseau, et une partie se repandoit, au bout de deux heures la partie supérieure également forte.

Le 3 septembre, la fermentation se soutint pendant toute la journée, et le 4, je rassemblai assez de levain pour faire un pain qui, après la cuisson, pesoit deux livres environ : il étoit très-bien fermenté et très bon ; il n'avoit aucun goût particulier, si ce n'est une forte amertume qui venoit de ce que le moût avoit une trop forte proportion de houblon. Peut être aussi la levure rassemblée sur une aussi petite quantité de liqueur n'a-t-elle pas été prise à tems, et avoit-elle perdu quelque chose de son pouvoir fermentant.

Le 5 septembre, la liqueur étoit encore couverte de levure, et la fermentation dura jusqu'au 12, que l'on ferma le tonneau à la manière accoutumée.

J'avais le projet de distiller cette liqueur peu de semaines après, mais des circontances fâcheuses m'en ont empêché jusqu'à la fin de février. J'ouvris alors le baril, mais soit que

la liqueur eût été gardée trop long-tems ou en circonstances désavantageuses, soit qu'elle eût éprouvé une trop grande chaleur pendant la fermentation, ou qu'elle eût été trop long-tems continuée, elle avoit passé de l'état vineux à l'état acéteux, et étoit devenue un excellent vinaigre.

Comme j'avais obtenu de l'esprit-de-vin par la distillation de la première portion de moût, je n'étois pas fâché de cet événement qui portoit mes vues au-delà de mon attente; car à présent j'ai obtenu la levure, le pain, la bierre, l'esprit ardent et l'acide acétueux. Je présente à la société un échantillon de ce dernier produit.

Je crois pouvoir me flatter que ces expériences seront d'une très-grande utilité, et contribueront à l'agrément et à la santé des hommes dans différentes circonstances où il a été impossible jusqu'ici de faire usage des liqueurs fermentées, quoiqu'elles eussent été d'une grande utilité dans la médecine, non-seulement à la mer, mais à la campagne et dans différentes saisons de l'année où l'on ne peut se procurer du levain.

On voit que ces expériences fournissent un moyen d'obtenir en tout tems du pain frais et de la mall ou liqueur saccharine nouvellement fermentée; ce qui peut être d'une grande im-

portance et d'un grand avantage dans les décoctions de mall recommandées par Macbride dans beaucoup de cas dont je ne parlerai pas ; cet objet ayant un rapport plus immédiat à la médecine pratique qui entre dans le plan de travail que la société s'est formé.

C'est sur-tout dans l'économie domestique que ses usages seront fréquens : par exemple, pourfaire revivre une fermentationlanguissante, l'appareil de la bouteille tel que je l'ai décrit dans mon Essai sur la conservation de l'eau en mer, avec un mêlange effervescent de chaux et d'acide vitriolique, peut pleinement remplir cet objet, et seroit suffisant pour imprégner le moût. Cette découverte peut être utile dans les brasseries; elle est recommandée à l'attention des personnes qui s'ocupent de cet art.

Maintenant je vais procéder à la description des circonstanees essentielles et des phénomènes qui tiennent à la fermentation, tels qu'ils sont décrits dans les ouvrages chimiques ; je m'efforcerai ensuite à donner une théorie qui les explique.

Le sucre, le jus de fruits mûrs et la mall sont plus ou moins disposés à tourner à la fermentation; mais avant qu'elle ait lieu, il est nécessaire qu'ils soient étendus d'eau et qu'ils soient portés à l'état de fluidité. Un certain degré de

chaleur est aussi nécessaire à la fermentation, et elle ne réussit bien qu'à une température de 70 à 80 degrés.

Lorsque la fermentation commence, un mouvement intestin paroît dans la liqueur; elle se trouble; des fécules se précipitent au fond, tandis qu'une matière écumeuse s'élève à la surface; une espèce de sifflement se fait entendre, et il se dégage une grande quantité d'air fixe. La liqueur acquiert alors une odeur et un goût vineux; elle devient spécifiquement plus légère que l'eau, de plus pesante qu'elle étoit auparavant. Durant les progrès de ce phénomène la température de la liqueur est plus chaude que celle de l'atmosphère environnante, avec laquelle il est nécessaire que la communication soit conservée. Au bout de quelques jours ces apparences commencent à diminuer. Si l'expérience a été bien conduite et arrêtée à tems, il en résulte une liqueur susceptible de donner du vin et de l'esprit ardent par la distilation; mais si la fermentation a été trop lente, et si le degré de chaleur n'a pas été assez fort, la liqueur est insipide et sans force; si au contraire elle a été trop rapide, la liqueur passe à la fermentation acéteuse, à laquelle elle paroît tendre continuellement. La formation de l'acide acéteux est d'autant plus lente et difficile que la quan-

tité d'esprit ardent et moindre dans la liqueur. Il n'y a aucune production d'air (1) ni aucun bruit pendant la fermentation acéteuse; la liqueur perd insensiblement songoût vineux et devient aigre; un sédiment épais tombe au fond, tandis qu'une matière visqueuse reste toujours enveloppant l'acide qui ne peut être séparé de toutes ces impuretés que par la distillation.

L'on peut accélérer les progrès de l'expérience par l'addition d'un ferment; mais on a supposé qu'il étoit nécessaire que ce ferment eût subi la même espèce de fermentation à laquelleon vouloit porter la liqueur dans laquelle on l'ajoutoit. On a eu surtout cette opinion à l'égard des infusions farineuses. Les expériences précédentes prouvent qu'on étoit dans l'erreur; car l'air fixe obtenu de la terre calcaire et des acides produit en effet aussi parfait que le ferment pris d'une liqueur en fermentation.

Pendant la fermentation, est-il dit, de nouveaux arrangemens s'établissent dans les particules de la liqueur, et elle acquiert des propriétés différentes de celles qu'elle avoit auparavant. Mais quels sont ces arrangemens? ou comment ses propriétés sont elles changées? Nous l'ignorons entièrement. Je sais du docteur

(1) Il y a au contraire absorbstion d'air vital.

Black qu'il ne connoît aucune théorie satisfaisantes pour l'explication de ces phénomènes.

Cependant les dernières découvertes faites en chimie semblent jetter quelque lumière sur cette matière, ou au moins nous conduisent à des conjectures qui peuvent servir de base à une théorie.

1°. Le sucre est un sel essentiel qui contient beaucoup d'huile et de matière visqueuse; pendant la combustion il décrépite; preuve que non-seulement il contient beaucoup de matière inflammable, mais aussi beaucoup d'air. La mall est une substance saccharine unie à beaucoup de matière visqueuse et mucilagineuse.

2°. Si l'on ajoute de l'acide nitreux au sucre, le principe inflammable de ce dernier est pris par l'acide; la totalité, ou au moins une grande partie, est convertie en gaz nitreux et s'évapore sous cette forme. En versant de nouvel acide sur ce sucre, une plus grande quantité de gaz est formée, et le sucre qui reste est changé en cristaux qui ont la propriété d'un acide *sui generis*, et qui a été nommé par Bergman *acide saccarin*.

3°. L'acide du sucre est susceptible de se résoudre par l'action du feu, principalement en flegme, il se dégage en même tems une grande quantité d'air fixe et d'air inflammable qui con-

tiennent, l'un et l'autre, de la chaleur latente; enfin il reste un résidu brun qui est d'environ un dixième du poids de l'acide. L'air fixe est regardé comme composé d'air déphlogistiqué uni au phlogistique, et l'air inflammable comme le phlogistique pur.

4°. L'eau est formée par l'union de l'air pur et du gaz inflammable privés de leur chaleur latente; car si ces deux fluides élastiques brûlent ensemble dans un vaisseau fermé sur du mercure, la totalité est convertie en eau de même poids, l'air et le gaz réunis. Il y a grande production de chaleur dans cette expérience. En outre, si l'eau est forcée de passer à travers un tube contenant des capeaux de fer fortement échauffés, l'eau, d'après MM. Wart et Lavoisier, est décomposée, le phlogistique passe, uni à la chaleur, sous la forme de gaz inflammable, tandis que l'*humor*, ou l'air déphlogistiqué, demeure uni à la chaux du métal, dont on peut le séparer sous la forme d'air pur ou d'acide aérien, selon le point où la chaux a été dephlogistiquée. Il a déjà été observé que la matière saccharine ne peut fermenter sous l'eau.

5°. La distillation d'une liqueur vineuse donne de l'esprit ardent.

6°. La totalité de la portion inflammable de l'esprit-de-vin

l'esprit-de-vin se dissipe par la combustion; après quoi M. Lavoisier a trouvé que l'eau qui en résulte étoit augmentée de six ou huit onces par l'absorption de l'air décomposé par la combustion.

7°. Le résidu, après la distillation de l'esprit ardent des liqueurs fermentées, est acide.

8°. M. Lavoisier suppose que l'air pur est le principe acidifiant commun à tous les acides, et que leur différence dépend de la nature de la base qui est unie à l'air pur.

Comme nos expériences ont été faites avec une infusion de mall et de l'air fixe employé comme ferment, je dois m'efforcer de rendre compte des différens phénomènes et résultats de la fermentation qui se sont présentés dans ces expériences.

Le moût étant imprégné d'air fixe, étant placé de manière à recevoir une augmentation de chaleur, et étant communément mêlé de levain, le gaz reste pendant quelque tems dans un état *latent* ou tranquille; mais sa tendance à reprendre sa forme élastique, aidée de la chaleur, force les limites dans lesquelles il étoit contenu. Par cet effort les parties mucilagineuses sont atténuées dans l'infusion, la partie sucrée est développée, et la même cause continuant à agir, les parties constituantes de cette matière

sont séparées, et les particules des principes composans, étant par ce moyen placées dans leur sphère d'attraction mutuelle, commencent à se rappeler les unes les autres; il se dégage une grande quantité de phlogistique avec de l'air pur. La plus grande partie du principe inflammable entre dans une nouvelle combinaison réunie à la partie phlogistique de l'eau, et en sépare en proportion l'air pur, tandis que d'un autre côté une plus petite quantité s'unissant dans son état naissant avec cet air pur, forme de l'air fixe qui, en s'échappant, emporte une grande partie de la matière qui le tenoit emprisonné. Dans la conversion de l'air pur en air fixe, une portion de chaleur est rendu sensible, et cette chaleur contribue à la décomposition plus prompte de la substance saccharine. La matière gluante, se rassemblant à la surface, rallentit le dégagement du gaz et favorise sa réabsorption; ce qui forme le piquant et le goût agréable de la liqueur, tandis que le principe inflammable, s'accumulant et se condensant, forme l'esprit ardent.

Ainsi il y a quelquefois une décomposition de l'eau pareille à celle que M. Watt a supposé avoir lieu dans la production de l'air pur du nitre. L'acide nitreux s'empare du phlogistique de l'eau, déphlogistique l'*humor* ou l'autre partie

de l'eau qui, se combinant avec la matière de la chaleur, passe sous la forme d'air pur. Si on ferme le vase qui contient la liqueur avant que tout le sucre soit décomposé, elle conservera un goût douceâtre; mais la fermentation continuant toujours, la liqueur deviendra de moins en moins douce, et contiendra plus d'esprit ardent; la fécule se précipitera sous forme de lie. La fermentation alors est complette, la liqueur est moëlleuse et claire (1). Mais si la matière sucrée est trop étendue d'eau, ou le vaisseau placé dans une température chaude, la liqueur alors passera de la fermentation vineuse à l'acéteuse.

Dans la formation de l'acide saccharin par le moyen de l'acide nitreux, on peut supposer que cet acide enlève le phlogistique du sucre et laisse à nud l'acide qui y étoit contenu, ou bien, comme le prétend M. Lavoisier, que l'air, qui est une des parties constituantes de l'acide nitreux, s'unit à une base particulière contenue dans le sucre pour former l'acide saccharin.

(1) Dans la fermentation vineuse il se dépose dans l'intérieur du tonneau une substance nommée tartre, qui a été reconnue depuis peu pour être de l'alcali végétal pur uni à une surabondance d'un acide particulier. Mais comme ce n'est pas un produit du moût de bierre, je n'en parle pas dans cet ouvrage.

Si donc dans la fermentation acéteuse il arrive que le phlogistique ne soit pas en suffisante quantité, ou que sa force de combinaison soit trop affoiblie par une longue application de chaleur ou d'autres causes, il se séparera de l'autre partie constituante de la liqueur. L'esprit ardent ainsi décomposé disparoîtra graduellement; l'*humor* ou l'*eau déphlogistiquée*, ou, dans d'autres mots, la base de l'air pur, prédominera et s'unira avec la base saccharine, et tant qu'elle retiendra du phlogistique, il se formera de l'acide acéteux.

Ainsi la fermentation acéteuse est en quelque façon analogue à l'action de l'acide nitreux sur le sucre. Dans le dernier cas ce phlogistique est séparé plus rapidement, et l'acide résultant de cette expérience est appelé acide saccharin: dans le premier cas les changemens sont produits plus lentement, le phlogistique se sépare graduellement et sous une modification différente. En conséquence le produit n'est pas l'acide saccharin, mais le vinaigre. Ce sera peut-être donner quelques degrès de probabilité à cette théorie, que d'observer que le résidu des liqueurs fermentées, après que l'esprit ardent en a été séparé par la distillation, et qui paroît être de l'eau supersaturée de phlogistique, est acide.

J'ai évité d'embrasser dans ces réflexions les phénomènes qui appartiennent à la fermentation putride, parce qu'ils n'ont pas des rapports si intimes avec les substances sucrées, et que je me reproche déjà le tems que j'ai dérobé à la société.

Je m'estimerai heureux, si ces faits ont pu l'intéresser, si mes efforts ont reculé les bornes de la science, et sur-tout s'ils peuvent être utiles à l'humanité, persuadé qu'un seul fait est plus utile que l'hypothèse la plus ingénieuse et la plus travaillée.

EXTRAIT

D'un Mémoire sur la structure des Cristaux de nitrate de potasse, lu à l'Académie des Sciences le 30 juin 1792;

Par M. HAÜY.

UNE observation faite à Dijon par MM. Champy, Morveau et Virly, sur la forme qu'avoient prise des cristaux de nitrate de potasse, et qui a été communiquée à M. Haüy, l'a engagé à reprendre ses recherches relativement à la cristallisation de cette espèce de

sel, dont il n'avoit encore qu'ébauché la théorie. Les cristaux dont il s'agit étoient des prismes hexaëdres terminés par des pyramides du même nombre de faces; et les savans que nous avons cités en ayant mesuré les angles, les trouvèrent à-peu-près égaux à ceux du cristal de roche, dont on sait d'ailleurs que la forme la plus ordinaire est analogue à celle qui vient d'être décrite.

Linnœus avoit apperçu des rapports entre les résultats de la cristallisation de ces deux espèces de minéraux, et avoit même donné au cristal de roche le nom de *nitrum quartzosum* (1), en supposant qu'il devoit sa forme à ce sel. Mais dans ces sortes de rapprochemens, Linnœus avoit plutôt égard au simple aspect de la forme qu'à une entière analogie fondée sur l'égalité des angles. M. Romé de l'Isle qui presque partout donne la mesure des angles des cristaux, observée à l'aide du gonyomètre, se contente ici d'indiquer en général une variété du nitre, qui a quelque ressemblance avec le cristal de roche (2).

M. Haüy a desiré de vérifier cette comparaison d'après les loix mêmes de la structure,

---

(1) Sist. Naturæ, édit. 1770, tome 3, page 84.
(2) Crystallogr. tome 1, page 353.

en cherchant si parmi ces loix il y en avoit quelqu'une qui fût susceptible de faire prendre au nitrate de potasse la forme du prisme hexaëdre régulier terminé par des pyramides droites, semblables, du moins à-peu-près, à celles du cristal de roche; recherche à laquelle le nitrate de potasse paroissoit devoir se prêter d'autant plus difficilement, que le noyau de ce sel est un octaëdre à faces triangulaires isocèles, de deux mesures d'angles différentes, et il a trouvé qu'effectivement la forme dont il s'agit pouvoit avoir lieu en vertu de deux loix simultanées de décroissement, avec une différence d'un degré et demi environ, dans l'inclinaison des faces de la pyramide sur les pans adjacens.

M. Lavoisier a mis l'auteur à portée de constater ce résultat théorique, à l'aide de l'observation, par la complaisance qu'il a eue de lui procurer un certain nombre de cristaux choisis parmi ceux qui se forment journellement dans la fabrique de salpêtre de l'arsenal, et dont quelques-uns, quoiqu'incomplets, présentoient un nombre suffisant de faces, pour ne laisser aucun doute sur la ressemblance d'aspect qu'ils auroient eue avec le cristal de roche, si leur cristallisation se fût opérée plus lentement, et avec les conditions nécessaires pour donner aux

molécules la liberté de s'arranger d'une manière exactement symétrique.

Mais parmi les cristaux que l'auteur doit à M. Lavoisier, il se trouve une variété inconnue, dont l'examen l'a conduit à des résultats de calcul qui lui ont paru mériter une attention particulière, et il se borne, dans son Mémoire, à l'exposition de ces résultats, d'autant plus que la nouvelle variété réunit aux loix qui lui sont particulières, celles d'où dépend la forme du cristal de roche.

Cette variété, qu'il appelle *nitrate de potasse verticillé*, est cristallisée en prisme hexaëdre régulier, avec des sommets à dix-huit faces disposées comme par étages sur trois rangées successives. La *fig.* 1 représente cette forme dans laquelle l'inclinaison des faces de la première rangée *ldgn*, *nghm*, *mhnz*, etc. sur les pans adjacens *olnp*, *pume*, *emzv*, etc. est de 143° 51', celles des faces *dbcg*, *gcih*, etc. de la seconde rangée sur les mêmes pans, de 124° 23', et celle des faces *bac*, *cai*, etc. de la troisième rangée, de 108° 53'.

Avant de déterminer les loix auxquelles est soumise la structure de cette variété, M. Haüy fait connoître la forme primitive des cristaux de nitrate de potasse. Cette forme, telle que l'indiquent les positions des lames que l'on apper-

soit dans les fractures de ces cristaux, est celle d'un octaëdre *a n (fig. 2)* que l'on peut considérer comme composé de deux piramides quadrangulaires, ayant leurs sommets en *o* et en *p*, et réunies sur une base commune, qui est un rectangle *a d n h* (1). L'inclination respective des faces *a o d*, *a p d*, ou *h o n*, *h p n*, est très sensiblement de 120° : l'auteur suppose cette mesure rigoureusement exacte. En prenant ensuite le rapport le plus simple possible, qui puisse représenter le résultat de l'observation à l'égard des inclinations respectives des faces *a o d*, *a p d*, ou *h o n*, *h p n*, il détermine ces inclinaisons à 111° 11'. On rencontre quelquefois le nitrate de potasse sous la forme qui vient d'être décrite ; mais ordinairement l'octaëdre est cunéiforme, c'est-à-dire que les sommets, au lieu d'être de simples points *o p*, sont des arêtes parallèles à *d n* ou *a h*.

En raisonnant de cet octaëdre, comme de celui du fluate calcaire (2), on concevra que la division méchanique doit donner des octaëdres semblables à l'octaëdre total, entremêlés de

---

(1) Ce rectangle est ici dans une position verticale, la ligne A D étant située horisontalement.

(2) Essai d'une théorie sur la structure des Cristaux, page 135 et suiv.

tétraëdres, ayant deux de leurs faces semblables au triangle *a o d*, et les deux autres semblables au triangle *a o h*. Il est probable, d'après les raisons que l'auteur a exposées ailleurs (1), que ces tétraëdres représentent les véritables molécules du sel (2). Il fait voir aussi de quelle manière on peut ramener la théorie des cristaux de ce sel à celle du parallélipipède, attendu que les décroissemens que subissent les lames de superposition, se font réellement par des sommes de petits parallélipipèdes semblables à celui que l'on formeroit, en appliquant deux tétraëdres sur deux faces opposées de l'octaëdre primitif. On peut même substituer ce parallélipipède au noyau octaëdre (3); mais nous préférons ici, avec l'auteur, de prendre cet octaëdre pour base, et nous allons essayer de faire concevoir autant qu'il sera possible, à l'aide du simple raisonnement, les résultats auxquels l'a conduit le calcul analytique.

---

(1) Mémoire de l'Ac. des Sciences 1791; voyez aussi le Journal d'Hist. Nat. 1792, n°. 6, page 209 et suiv.

(2) L'octaëdre primitif admet aussi des divisions parallèles au plan A D N H; mais il est facile de voir que ces divisions n'entament point les tétraëdres, puisqu'elles passent entre les arêtes par lesquelles ces tetraëdres se tiennent les uns aux autres : ainsi elles n'empêchent pas qu'on ne puisse prendre le tétraëdre pour la molécule.

(3) Journal d'Hist. Nat. ibid.

Nous observerons d'abord que dans le cristal de nitrate verticillé représenté (*fig.* 1), les deux pans *p n l o*, *e m z v*, et ceux qui leur sont opposés répondent aux quatre triangles *a o h*, *d o n*, *a p h*, *d p n* (*fig.* 1) de la forme primitive; le trapèse *g c i h* (*fig.* 1) et les autres semblablement situés répondent aux quatre autres triangles *a o h*, *h o n*, *a p d*, *h p n* (*fig.* 2): reste à déterminer les loix d'où dépendent les positions des autre faces.

L'auteur, envisageant le problême d'une manière générale, suppose des loix quelconques de décroissement, dont les unes aient lieu vers le triangle *a o d*, parallèlement à l'arête *a d* soit en montant du point *o* vers cette arête, soit en descendant de la même arête vers le point *o*, et dont les autres agissent, vers le triangle *a o h*, parallèlement à la hauteur *o x* de ce triangle, mais toujours en descendant du point *a* vers cette ligne, la supposition contraire ne pouvant être admise, parce qu'elle donneroit des faces inclinées de haut en bas, qui sont ici exclues par les conditions du problême.

Ces deux espèces de loix peuvent varier à l'infini, et à chacune des premières, d'où résulteroit vers le triangle *a o d* une face inclinée d'un certain nombre de degrés, correspond une loi différente qui produiroit vers le triangle *a o h*

une autre face inclinée précisément de la même quantité que la précédente (1). Parmi toutes ces diverses loix, les seules qui soient renfermées dans les limites ordinaires de la cristallisation, sont celles qui déterminent des soustractions par une, deux, trois ou quatre rangées, ou par un nombre infini de rangées, la face produite n'étant point distinguée, dans ce cas, de celle qui est analogue sur l'octaëdre primitif. Or, si l'on considère successivement les résultats de ces loix simples et communes relativement au triangle *a o d*, on trouve neuf de ces résultats qui sont admissibles; mais parmi ces mêmes résultats il n'y en a que quatre, auxquels répondent vers le triangle *a o h*, des résultats qui soient simples eux-mêmes. Les autres entraîneroient des décroissemens composés et situés hors des limites extraordinaires. Par exemple, si l'on admet un décroissement par quatre rangées en descendant de *a* vers *o*, il faudra, pour avoir, du côté du triangle *a o h*, une face inclinée comme celle qui naît de ce décroissement, supposer dix rangées de soustraites parallèlement à *o x*, et cela de

---

(1) Ce que nous disons ici des triangles a o d, a o h, doit s'entendre également des autres triangles semblablement situés.

manière que chaque lame ait une épaisseur triple de la molécule; ce qui s'écarte visiblement des résultats familiers à la cristallisation.

Or les quatre résultats dont nous venons de parler sont aussi les seuls qui se trouvent réalisés dans le nitrate verticillé. La cristallisation semble passer à côté des autres, dans lesquels une loi simple à l'égard d'une des faces produites, nécessiteroit une loi auxiliaire compliquée, par rapport à la face adjacente. 1°. Le pan *p n m e* (*fig.* 1) du prime est donné par le cas où il n'y a qu'une rangée de soustraite en allant de *o* vers *a d* (*fig.* 2), et le pan adjacent *p n l o* (*fig.* 1) par le cas où le décroissement est zéro, parallèlement à *o x* (*fig.* 2), c'est-à-dire que ce pas se confond avec le triangle *a o h*. 2°. La facette *g h m n* résulte d'un décroissement par trois rangées en allant de *o* vers *a d*, et la facette voisine *d g n l* d'un décroissement par une simple rangée parallèlement à *o x*. 3°. La facette *c i n g* est censée produite par un décroissement nul ou infini, en allant de *o* vers *a d* ou de *a d* vers *o*, c'est-à-dire qu'elle est parallèle au triangle *a o d*, et la facette adjacente *b c g d* par un décroissement de deux rangées en hauteur, en descendant de *a* vers *o x*, c'est-à-dire que la différence entre une lame et l'au-

tre n'étant que d'une rangée, la hauteur de chaque lame est double de celle de la molécule. 4°. Enfin, la facette *c a i* provient d'un décroissement par trois rangées en descendant de *a d* vers *o*, et la facette *b a c* d'un accroissement par quatre rangées en hauteur, parallèlement à la ligne *o x*.

Afin de mieux saisir l'effet de ces décroissemens, supposons que le rhombe *o s p u* (*fig.* 3) représente une coupe géométrique de l'octaèdre (*fig.* 2), faite à l'aide d'un plan qui passe par les points *o*, *p*, et par les milieux *s*, *u*, des arêtes *a d*, *h n* : sousdivisons cette coupe en une multitude de petits rhombes, qui soient les coupes analogues d'autant de molécules. Si l'on considère les positions des lignes *o r*, *o z*, *z m*, *s m* (*fig.* 3), à l'égard des rhombes extérieurs au rhombe *o s p u*, on concevra que *o r* indique une rangée de soustraite sur l'angle *o* (*fig* 2), *o z* (*fig.* 3), trois rangées en montant vers *a d* (*fig* 2), *z m* (*fig.* 3), zéro de rangées *m s* trois rangées en descendant, c'est-à-dire que ces quatre lignes répondent successivement aux positions des plans *p n m c* (*fig.* 1), *n g h m*, *g c i h*, *c a i*.

Supposons de plus que le quadrilatère *a d n h* (*fig.* 4) soit le même que celui de la *fig.* 2, sousdivisé pareillement en petits quadrilatères

ui soient les coupes d'autant de molécules. Nous pouvons, pour plus de simplicité, rapporter à ce quadrilatère l'effet des décroissemens qui ont lieu vers le triangle *a o h* (*fig.* 2) : or, si l'on considère de même les positions des lignes *y t*, *K y*, *i k*, *a i* (*fig.* 4), dont la première indique un décroissement nul, la seconde un décroissement par une rangée, la troisième par deux rangées en hauteur, et la quatrième aussi par quatre rangées en hauteur, le tout en descendant de *a* vers *o x* (*fig.* 2), on concevra que ces lignes représentent successivement les effets des décroissemens qui donnent les quatre plans *p n l o* (*fig.* 1), *n g d l*, *g c b d*, *c a b*.

Ainsi le cristal dont il s'agit ici est remarquable par un double caractère de régularité, soit en ce que les loix de décroissement qui agissent diversement sur différentes parties de la forme primitive, y produisent des faces semblablement situées, soit en ce que ces loix c sont combinées entr'elles de manière à être les plus simples possible dans leur ensemble, en sorte que celles qui auroient en elles-mêmes un plus grand degré de simplicité, paroissent éviter de s'associer aux loix correspondantes, qui par leur complication seroient mal assorties avec elles.

Si, dans le cristal de nitre verticillé, on supprime de part et d'autre la seconde et la troisième rangée de facettes situées vers chaque sommet, en supposant que celles de la première se prolongent jusqu'à ce qu'elles rencontrent l'axe, le cristal sera converti en un prisme terminé par deux piramides hexaëdres. C'est cette forme qui se rapproche, par son aspect, de celle du cristal de roche. Ordinairement les deux pas du prisme qui répondent à *p n m e* (*fig.* 1) et à son opposé, sont plus larges que les quatre autres, et, par une suite nécessaire, les pyramides se terminent en arête; mais on sait que le cristal de roche présente aussi assez fréquemment cette modification de forme.

EXTRAIT

EXTAITS
DES ANNALES DE CHIMIE
DE CRELL,

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

Les discussions qui se sont élevées sur les propriétés de la poudre de charbon annoncées par M. Lowitz pour décolorer des sels et des liqueurs, ont déterminé M. Lowitz à indiquer les procédés nécessaires pour que l'opération réussisse complettement.

Ces opérations sont au nombre de deux : 1°. la préparation de la poudre de charbon, 2°. la manière de l'employer.

M. Lowitz indique dans sa préparation de calciner le charbon jusqu'à ce qu'il ne laisse plus dégager des parties huileuses; et comme il le calcine à l'air dans un four, une partie du charbon se réduit en cendres; il sépare cette cendre par le moyen d'un soufflet.

Pour employer le charbon, il faut le réduire en poussière très-fine, et verser sur cette poussière la liqueur ou la dissolution que l'on veut décolorer ; on laisse cette liqueur digérer tran-

quillement sur la poussière de charbon, et l'on ne se sert d'une chaleur douce que lorsque la décolation paroît tenace et difficile.

§. II.

Les grottes que l'on trouve dans la montagne d'Homberg à six lieues de Wurtzbourg en Franconie, contiennent sur leurs parois du salpêtre en abondance; la pierre de ces grottes est calcaire coquillière un peu poreuse; l'air y pénètre avec facilité, et les parties qui produisent du salpêtre sont inaccessibles à la pluie.

M. Pickel, qui a fait cette découverte, a proposé au prince de faire ouvrir ces grottes, afin de les aérer davantage et d'établir une salpêtrière sur les lieux.

§. III.

M. Schrœder de Berlin a cherché quelles étoient les proportions de sel marin, d'acide sulfurique, d'oxide de manganèse et d'alcool, les plus propres à produit de l'éther; il a trouvé que la proportion la plus favorable étoit,

Sel commun..........	8 parties.
Acide sulfurique......	4
Alcool...............	3
Oxide de manganèse...	4

De ce mêlange M. Schrœder a obtenu une liqueur épaisse de laquelle l'eau a séparé une partie $\frac{1}{4}$ d'éther.

M. Schrœder a observé que l'on pouvoit augmenter la quantité d'éther jusqu'à trois parties, en ajoutant cinq parties d'alcool.

EXTRAITS
DU SUPPLÉMENT
AUX ANNALES DE CHIMIE
DE CRELL,

Pour 1791;

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

M. Bucholz rend compte des essais qu'il a faits pour décolorer diverses substances végétales par la poudre de charbon, ainsi que l'a indiqué M. Lowitz; il annonce que le syrop de miel, après le procédé étoit plus brun que ne l'auroit été du miel écumé; qu'il a parfaitement ôté l'odeur et le goût de brûlé à l'eau-de-vie; qu'il n'a pas pu décolorer le vinaigre, et qu'il a débituminisé le sel marin.

§. II.

M. Dantz a vu près Hirchel, sur la Worta,

à deux lieues d'Eisenach, une montagne calcaire pénétrée d'un filon fente de basalte.

La montagne est formée de couches calcaires horisontales de l'épaisseur de 30 toises; la fente de basalte est immédiatement au-dessous; elle a environ 15 pouces ½ d'épaisseur; elle est verticale et conséquemment perpendiculaire aux couches calcaires; sa longueur ou profondeur est de 6 toises ou environ; les petites colonnes de ce filon de basalte ont 3 ou 4 pouces de hauteur; elles ont leurs séparations assez bien prononcées.

M. Dantz a observé que ce filon fente de basalte se comporte absolument de la même manière que le filon fente métallique. Il pense qu'il seroit possible qu'il existât dans la même montagne d'autres filons fente de basalte.

§. III.

On trouve dans les environs de Nordhein, en Hanovre, des grains qui ressemblent, tant par leur forme que par leur couleur, à des graines de pavot; ce qui leur a fait donner le nom de *mohusamenstein*.

M. Meyer, qui a examiné ces pierres avec attention, annonce que leurs brisures sont terreuses, qu'elles ne rayent point le verre, qu'elles ne font point feu avec le briquet, qu'elles peu-

vent être facilement broyées, qu'elles décrépitent avec le nitre, et produisent une grande quantité d'acide carbonique, que l'acide sulfurique change leur couleur en rouge-brun d'ocre et l'acide nitrique en jaune d'ocre, et que ses parties constituantes sont de la chaux, de la silice et du fer.

§. IV.

Le professeur Wilke de Stockolm a répété l'expérience de la concentration du froid par le verre ardent, et elle lui a aussi-bien réussi qu'à M. Pictet.

§. V.

M. Hermbstadt de Berlin avoue que la théorie antiphlogistique est très-bien imaginée; mais il lui semble que les antiphlogisticiens placent l'oxigène dans trop de combinaisons.

§. VI.

M. Gmelin annonce que la méthode de M. Klaproth, de se servir du *aez salz* pour séparer la terre alumineuse du fer, lui a très-bien réussi. Cette méthode simplifiera beaucoup l'analyse des minéraux.

Il annonce encore que les procédés pour la préparation du phospore sont tellement in-

complets, qu'il a vu plusieurs jeunes chimistes manquer l'opération, et qu'il seroit intéressant que l'on s'occupât de donner une description plus complette de ce travail.

Il dit encore que M. Bordhein n'a pas assez détaillé la manière de préparer le caméléon minéral, et que de là peut-être vient l'erreur qui lui a fait prescrire de le tirer du feu, dès que l'oxigène commence à se développer.

§. VII.

M. Langsdorf croit que les poissons sont tellement bons conducteurs de la chaleur, qu'ils peuvent facilement et promptement refroidir des corps métalliques échauffés; il croit aussi que la pomme de terre est tellement conductrice de la chaleur, qu'elle rafraîchit subitement, et qu'elle diminue l'ardeur des brûlures; en conséquence il désireroit que l'on fît des expériences sur les qualités conductrices de la chaleur de ces substances.

§. VIII.

M. Brugnatelli remarque que M. Carradori a fait une observation sur la chaleur qui avoit échappé à M. Crawford : c'est qu'indépendamment de la chaleur sensible, le calorique peut quelquefois augmenter ou diminuer dans le

même corps, sans qu'il varie pour cela dans sa forme et dans sa nature.

§. IX.

M. Ruckert d'Ingelsing a répété en petit les expériences de M. Lowitz sur la décoloration des substances végétales par le charbon, et a obtenu un succès assez complet. Il se propose de les répéter en grand, pour s'assurer de son effet d'une manière plus positive.

M. Ruckert desireroit que l'on s'assurât si l'argile avec laquelle on décolore le tartre cru, la chaux avec laquelle on dépure le sucre, le camphre, l'ammoniaque, ne produiroient pas des effets semblables : il se propose d'en faire l'essai.

§. X.

M. Muhten de Wolfenbutten ayant laissé distiller trop long-tems des gouttes d'Hoffmann, elles prirent une odeur d'acide sulfureux, et se troublèrent au bout de quelque tems. Il versa un peu d'alkali dans cette liqueur troublée, il s'y forma des floccons blancs et des cristaux, et l'odeur d'acide sulfureux disparut.

ANNALES DE CHIMIE;

DÉCEMBRE 1791, page 314.

EXTRAITS *de différens Ouvrages traduits de l'Allemand du Journal de* Crell, *par* M. Hassenfratz.

Page 315, §. I. L'oxide de cuivre — *les carbonates de chaux et de baryte* le décomposent.

Page 316. — L'oxide de fer — *les carbonates de chaux et de baryte* le décomposent; le feu en dégage l'acide.

L'oxide de mercure — les acides — le *soufre* décomposent le benzoate mercuriel.

Page 317. L'oxide de zinc — *les carbonates de chaux et de baryte* décomposent.

L'oxide blanc de manganèse — *les carbonates de chaux et de baryte.*

Page 318. Pour obtenir ces acides — *le zinc, le plomb — par le carbonate de soude.*

§. II. M. Vogler — *que la dissolution de sulfate de magnésie*, etc.

ANNALES DE CHIMIE DE CREIL;

1790, Tome II.

Traduction du Texte Allemand.

Page 303. La chaux et la baryte le décomposent.

La chaux et la baryte le décomposent; exposé au feu, l'acide volatilise une partie de fer, l'autre reste en forme d'oxide.

Le sulfure alcalin,
La chaux et la baryte.

La chaux et la baryte.

Le zinc et le plomb ont été réduits en oxide de la manière ordinaire, par le feu.

Page 487. Que les sulfates, nitrates et muriates de magnésie et de chaux. employés comme mordans dans la teinture des étoffes, étoient moins utiles que la dissolution du sulfate d'alumine qui produit de plus belles couleurs.

Page 319, §. III. M. Hayer — et qu'*il dit appartenir à une serpentine trouvée dans une montagne de granit.*

Page 321, §. IV. Du mêlange — 10 parties d'alun et parties de *sulfate de soude.*

Page 323, §. VI. M. Hermann a envoyé —

3°. La description *de ses couches, de ses galleries de ses gorges.*

5°. *Des épreuves du cuivre.*

6°. De la description — *depuis le premier jusqu'au dernier.*

7°. De la séparation ou du *départ* de l'argent.

8. *Du bénéfice que produit la cémentation du cuivre.*

9°. De l'avantage de l'*amalgame.*

Page 324, §. VII. M. Widemmann —

Il a broyé son colbat — *à une livre* de sel commun, *et il a laissé le tout reposer pendant dix heures dans le même vaisseau; après ce repos il a obtenu* 20 *liv.* 9 *onces d'amalgame, qui lui ont donné* 2 *marcs d'argent.*

Page 495. D'une serpentine qu'il suppose avoir été trouvée sur la montagne appelée le Petit-Broquen, au Hartz; ce que M. Heyer ne peut se persuader, parce que cette montagne paroît n'être formée que de granit.

Page. 809. Muriate de soude.

Page 516. La description de ses gîtes, gangues et matrices.

Page 517. Des essais de la torréfaction, de la macération des mines de cuivre.

— Depuis la fonte en malte jusqu'au raffinage.

— De la séparation de l'argent du cuivre.

— De l'extraction du cuivre par la cémentation.

— De l'avantage de l'amalgamation.

Page 510. A cinq livres de sel commun.

Il a mis le tout dans un tonneau qu'il a entretenu en mouvement pendant dix heures; après ce tems il a obtenu par le lavage 20 liv. 9 onces d'amalgame; mais le résidu contenoit encore 2 marcs d'argent qu'il croit possible de retirer, en continuant plus long-tems le mouvement.

Page 325, §. VIII. La découverte.—M. Humbert *oppose une observation bien plus favorable aux partisans de la formation du basalte par le feu.*

§. IX. Nous sommes — la description *des montagnes de la Transylvanie et de celles du bord du Rhin — la conclusion de ces lettres*, etc. jusqu'à la fin du §.

§. XI. *Les bayes de France.*

Page 329, §. XII. Bibliothèque physique —

2°. La continuation — sur les *apparences* de l'acide.

3°. La continuation — sur la *météorologie.*

4°. Les observations — dans les *inflammations.*

Page 325. M. Humbert présente une observation qu'il croit bien favorable aux partisans de ce système (celui de la formation marine.)

Page 531. Des montagnes nommées Siebengebirge (*mons Sibenus*) et des contrées voisines en parties volcaniques, sur les deux bords du Bas-Rhin. — A la fin de cet ouvrage, on trouve des supplémens pour la première et deuxième partie ; et enfin monotomie et dissonance dans quelques écrits que l'anteur venait de recevoir : voilà à-peu-près l'extrait de l'ouvrage le plus essentiel et le plus étendu en faveur de l'origine marine du basalte. La loi que nous nous sommes imposée relativement à nos coopérateurs, et la réputation justement acquise del'auteur, nous dispense d'essayer de porter un jugement sur le mérite intrinsèqne de l'ouvrage.

Page 263. La graine d'Avignon.

Page 265. — Sur les phénomènes que présente l'acide nitrique.

Sur l'électricité météorologique.

Dans la gangrène.

5°. Des observations de M. R. sur l'*éclat.*

6°. La description des *fours.*

7°. Sur la propriété du *cassis.*

2°. Des observations de M. D. sur le *diamant spathique.*

5°. Un moyen d'obtenir un fort *acide végétal.*

Page 330. 3°. Des observations de M. V. sur la teinture bleue d'*une espèce de chaux.*

La continuation — sur la *météorologie de l'électricité.*

9°. Une lettre de M. sur les *effets médicinaux de l'huile de Ricinus dans les fractures internes, les oppressions.*

12°. Lettre — sur la tunique du *génitoire* et sur quelques autres observations *astronomiques.*

2°. De M. Camper sur *la queue de la sole.*

Sur l'irritabilité.

Des étuves.

Du bois de Surinam.

Sur le spath adamentin en France.

Un fort acide acétique.

De la mercuriale sauvage ou choux de hien (*mercurialis perennis.*)

Sur l'électricité météorologique.

Les effets apéritifs de l'huile de Ricinus ou *palma Christi*, dans les constipations opiniâtres, les coliques, contre les vers, etc.

Sur la tunique vaginale des testicules, et quelques autres observations anatomiques.

Sur les prolongations (queues) de la langue de la sole.





ANNALES DE CHIMIE.

AOUT 1792.

MÉMOIRE

Sur les préparations des Acides phosphorique *et* phosphoreux, *avec des observations sur le Phosphate de soude*,

Par B. PELLETIER (1).

LE célèbre *Margraff* a été, à ce que je crois, le premier qui nous a appris que l'on pouvoit retirer du phosphore, à l'aide de la combustion, un acide particulier, dont il nous a fait connoître plusieurs des propriétés.

Voici quelle étoit la disposition de l'appareil dont *Margraff* se servait pour faire cette combustion : Il mettoit environ une once de phosphore dans un verre concave ; il plaçoit ensuite ce vase dans un mortier également de verre, et au-dessus de ce mortier il adaptoit une cu-

(1) Lu à l'académie des sciences en février 1792.

curbite de verre munie d'un chapiteau et d'un récipient; le fond de la cucurbite étoit percé de manière à laisser une ouverture d'environ quatre pouces. L'appareil ainsi disposé, il échauffoit le mortier à l'aide d'un petit réchaud; la chaleur se communiquoit au verre concave sur lequel le phosphore étoit placé : celui-ci se liquéfioit alors; il jettoit de sa surface de petites étincelles, ensuite l'on voyoit de petites traînées de feu comme des éclairs, et presqu'aussi-tôt le tout s'enflammoit et continuoit à brûler sans interruption.

Le résidu de cette combustion étoit l'acide, partie constituante du phosphore. Il arrive quelquefois dans ce procédé une détonation qui fait briser l'appareil. L'on juge, d'après cela, qu'il n'est guère mis en usage. En mars 1777, M. Lavoisier lut à l'académie un mémoire sur la combustion du phosphore et sur la formation de son acide. C'est dans ce Mémoire qu'il nous apprit que le phosphore, en brûlant, se combinoit à la portion d'air pur contenue dans l'atmosphère, et que cette combinaison se faisoit dans des proportions d'un grain de phosphore et d'un grain et demi d'air pur. Il nous apprit encore que le phosphore ne brûloit dans l'air atmosphérique qu'en raison de l'air pur qui s'y trouvoit, et que la combustion cessoit,

lorsque l'air pur étoit absorbé. M. Lavoisier croit aujourd'hui que le phosphore absorbe dans sa combustion deux fois et demie de son poids d'air pur.

En avril 1777, M. Sage proposa un nouveau moyen de préparer l'acide du phosphore. Le mémoire qu'il a donné sur cet objet est imprimé dans le recueil de l'académie, année 1780. Pour faire connoître le procédé de M. Sage dans toute son exactitude, je vais le rapporter tel que cet académicien nous l'a lui-même donné.

« Pour obtenir par *deliquium* l'acide du
» phosphore, je pose des cylindres sur les pa-
» rois d'un entonnoir dont l'extrêmité est reçue
» dans un flacon ; je couvre l'orifice de l'enton-
» noir avec un chapiteau; j'ai soin de placer
» dans le milieu de l'entonnoir un petit tube
» de baromètre, pour servir de passage à l'air
» du flacon qui est déplacé par l'acide phos-
» phorique. J'ai reconnu que quand je ne pre-
» nois pas cette précaution, le phosphore se
» fondoit et s'enflammoit avec explosion dans
» l'appareil, lorsque le thermomètre de M. de
» Réaumur étoit à quinze degrés, tandis que
» dans la même température, des cylindres de
» phospore mis dans une capsule, ne se fon-
» doient ni ne s'enflammoient pas. Une once

» de phosphore fournit par le *deliquium* trois
» onces d'acide phosphorique ».

En mars 1780, M. Lavoisier proposa la décomposition du phosphore par l'acide nitreux, comme un moyen peu coûteux et expéditif pour se procurer l'acide phosphorique.

En mai 1785, j'ai lu à l'académie un mémoire dans lequel j'ai fait voir que l'on pouvoit changer le phosphore en acide phosphorique, en faisant brûler le phosphore sous l'eau, je proposais, pour cette combustion, de tenir le phosphore liquéfié dans de l'eau bouillante, et d'y faire passer, à travers de l'air ordinaire, du gaz muriatique oxigéné, ou bien de l'air pur.

Le dernier procédé de M. Lavoisier et celui que j'ai indiqué, donnent l'acide du phosphore dans l'état d'acide phosphorique : cependant il est des cas où l'on a besoin de l'acide phosphoreux, et comme le procédé de M. Sage le donne dans le dernier état; j'ai cru qu'il seroit avantageux de trouver les moyens de pouvoir le mettre en usage, sans avoir à craindre l'explosion dont M. Sage fait mention. De pareils accidens sont encore arrivés, à ma connoissance, à plusieurs chimistes, même en observant les précautions indiquées par M, Sage. On ne peut les éviter qu'en ne plaçant sur l'en-

tonnoir qu'un ou deux cylindres de phosphore ; il faut néanmoins convenir que l'appareil de M. Sage est des plus ingénieux et de la plus grande simplicité. Ayant eu occasion de préparer plusieurs fois de l'acide phosphoreux par ce dernier procédé, j'ai observé que lorsque je mettois plusieurs cylindres de phosphore dans l'entonnoir, alors il se faisoit une grande absorption d'air, dont le calorique libre déterminer l'inflammation du phosphore. J'ai depuis long-tems fait une augmentation à l'appareil de M. Sage, qui ne le rend pas pour cela beaucoup plus compliqué, mais il me permet de mettre en expérience un grande quantité de phosphore, sans que j'aie à craindre ni inflammation ni détonation. J'ai joint cette observation au mémoire que j'ai lu à l'académie en 1785 ; mais cette addition n'a pas encore été rendue publique; l'observation existe néanmoins dans le manuscrit que j'ai laissé au secrétariat pour les archives de l'académie.

Comme l'acide phosphoreux commence à être fréquemment employé en médecine, j'ai été invité par plusieurs personnes à rendre public l'appareil dont je me sers pour le préparer : voyez la *Planche I*. Quant à la description du procédé, je vais la rapporter telle que je l'ai insérée dans le mémoire dont j'ai déjà parlé.

« Je suis aussi parvenu à préparer une grande
» quantité d'acide phosphoreux par le procédé
» de M. Sage, avec cette différence que je
» mets chaque cylindre du phosphore dans
» un petit tube de verre, dont l'extrêmité in-
» férieure est fermée en entonnoir, avec une
» petite ouverture pour laisser couler les pe-
» tites gouttes d'acide phophorenx qui se pro-
» duit. J'ai environ 40 tubes qui contiennent
» chacun un seul cylindre de phosphore, et
» tous ces tubes sont mis dans un grand en-
» tonnoir placé sur un bocal; je dispose cet
» appareil sur une assiette où j'ai soin de
» mettre de l'eau, afin d'avoir un air toujours
» humide qui accélère beaucoup la décompo-
» sition ou combustion insensible du phosphore;
» je couvre l'appareil d'une cloche, pour le
» garantir de la poussière, mais d'une cloche
» tubulée pour permettre à l'air extérieur d'y
» entrer et de renouveller celui dont la portion
» d'air pur a été absorbée; et s'il arrivoit que
» la décomposition du phosphore fût trop
» prompte, comme cela a quelquefois lieu au
» commencement de l'opération, alors je ferme
» les ouvertures latérales de la cloche; et
» comme le phosphore a absorbé tout l'air pur
» qui y étoit contenu, il n'y reste plus que de
» l'azote ou air impur qui n'est plus propre

» ni à la combustion, ni à l'acidification du
» phosphore : je laisse l'appareil un instant
» fermé, jusqu'à ce que la température se soit
» mise en équilibre avec celle de l'air atmos-
» phérique ; alors j'ouvre les ouvertures de la
» cloche, pour permettre à l'air qui y est en-
» fermé, de se renouveler.

» L'acide obtenu par ce procédé est bien
» différent de celui que l'on obtient en trai-
» tant le phosphore avec l'acide nitreux. Ce
» dernier est désigné dans la nouvelle nomen-
» clature sous le nom d'acide phosphorique ;
» le premier, celui obtenu par le *deliquium*
» du phosphore, est désigné sous le nom d'a-
» cide phosphoreux : il peut en effet s'unir à
» une quantité plus grande d'air pur, et en
» l'échauffant il fournit du gaz hydrogène phos-
» phoré. »

Le phosphore donne donc un acide sous deux états bien distincts. Je m'occupe dans ce moment-ci de suivre leur combinaison avec diverses bases ; j'en rendrai compte dans un mémoire particulier.

L'on peut préparer de l'acide phosphorique avec l'acide phosphoreux, en lui unissant ou de l'acide nitrique, ou de l'acide muriatique oxigéné. Il faut ensuite évaporer la liqueur, pour séparer le peu de gaz nitreux et l'acide ni-

trique en excès, qui restent unis à l'acide phosphorique, si c'est avec l'acide nitrique que l'on a traité l'acide phosphoreux; ou bien pour séparer l'acide muriatique, qui reste mêlangé à l'acide phosphorique, si c'est avec l'acide muriatique oxigéné que l'on a traité l'acide phosphoreux.

J'ai déjà assez de faits devant moi pour croire que la médecine et les arts tireront parti de plusieurs des produits de ces combinaisons. Je me bornerai; pour le moment, à citer celui que l'on obtient de l'acide phosphorique uni à l'alcali m néral. Ce nouveau sel, désigné sous le nom de phosphate de soude, est donné avec succès comme purgatif, et je crois, d'après plusieurs essais que j'ai fais, que l'on peut l'employer dans la soudure des métaux à la place du borax qui aujourd'hui est fort cher, et dont il est à présumer que le prix se maintiendra, parce que nous sommes obligés de le tirer de l'étranger; au lieu que nous pouvons préparer à bon compte le phosphate de soude, surtout lorsque la soude obtenue de la décomposition du sel marin; sera dans le commerce en abondance, comme on nous le fait espérer. Le verre phosphorique, réduit en poudre très-fine, peut aussi être employé aux soudures d'argent; j'en ai fait faire

l'essai par M. Turgot, dont les talens dans l'exercice de cet art sont bien connus.

MM. Exschaquet et Struve, dons l'opinion où ils sont que l'acide boracique est composé d'acide phosphorique, ont tenté diverses combinaisons avec ce dernier acide, et ils ont proposé de substituer au borax plusieurs des résultats qu'ils ont obtenus dans leurs essais; mais je crois qu'il sera bien plus économique d'employer le phosphate de soude, dont la préparation est simple et aisée (1).

Le phosphate de soude a plusieurs des propriétés du borax.

Il est très-soluble dans l'eau, d'une saveur agréable, et quoique parfaitement saturé, il verdit le syrop de violette; sa cristalisation la plus ordinaire est un parallélipipède rhomboïdal, dont les angles sont quelquefois tronqués. Ce sel présenté aussi sous la forme de cristaux rhomboïdaux et prismatiques; il offre enfin une infinité de variétés qu'il seroit curieux de décrire. J'ai aussi obtenu des cristillisations de phosphate de soude sous la forme de petits

(1) M. Cadet a aussi annoncé dans un mémoire imprimé parmi ceux de l'académie, année 1780, que le sel résultant de la combinaison de la soude et de l'acide phosphorique, pouvoit, comme le borax, servir à certaines soudures.

cristaux lamelleux qui ressembloient à du sel édatif. Dans ce dernier état il ne m'a point paru différent des cristaux de phosphate de soude.

Il est d'une grande transparence, mais exposé à l'air, il ne tarde pas à devenir blanc et opaque, les cristaux néanmoins conservent leur forme et assez de consistance, à la différence de plusieurs sels qui, en perdant l'eau de cristallisation, deviennent farineux. Le phosphate de soude contient beaucoup d'eau de cristallisation; ce qui fait qu'il se liquéfie à une douce chaleur. Si on lui en applique une plus forte, il devient opaque et il se vitrifie; il donne alors un verre qui est d'un blanc de lait.

Essayé au chalumeau, il commence par se liquéfier; il passe ensuite à un état blanc et concret, et il finit par donner un petit globule vitreux, qui paroît transparent tant qu'il est fondu. Ce petit globule devient opaque en se refroidissant, et il prend une figure polyëdre. Le phosphate de soude se comporte en cela comme le phosphate de plomb. J'avais observé, il y a déjà long-tems, de pareils polyëdres dans le résidus de plusieurs distillations du phosphore : j'en conserve encore dans mon cabinet.

EXAMEN CHIMIQUE DE LA SYNOVIE:

Lu à l'acacémie des scieuces le 27 juin 1792;

Par M. MARGUERON, *pharmacien de l'hôtel des Invalides.*

1. TOUT ce qu'on a écrit jusqu'ici sur la synovie ne nous a rien appris de la nature de cette liqueur. Voici la définition que l'on en trouve dans les ouvrages d'anatomie qui sont ceux qui en ont parlé: la synovie est une liqueur grasse, onctueuse et comparable au blanc d'œuf. Les moyens d'analyse qu'on a employés pour cette humeur ont fait connoître qu'elle se mêloit à l'eau, que l'esprit-de-vin, les acides et la chaleur la coaguloient, que les alcalis la rendoient plus fluide.

D'après ces considérations, j'ai cru devoir faire une nouvelle analyse de cette humeur, et c'est sur la synovie du bœuf que j'ai fait mes expériences : je m'en suis procuré une assez grande quantité dans une boucherie où l'on tuoit tout les jours un certain nombre de bœufs. Dans les boucheries, après avoir assommé et égorgé les bœufs, on leur coupe

les articulations des pieds, d'où il découle une quantité assez sensible de synovie.

II. La synovie, au sortir des articulations, a une demi-transparence, une couleur blanche-verdâtre, une fluidité visqueuse, une odeur animale telle que celle de frai de grenouilles, une saveur salée; elle verdit la teinture des violettes, précipite l'eau de chaux, et a une pesanteur plus grande que celle de l'eau distillée.

III. Cette liqueur prend une consistance gélatineuse peu de tems après qu'elle est retirée des articulations. Pour découvrir si elle devoit ce nouvel état à la perte du calorique qu'éprouve cette liqueur, ou au contact de l'air, j'ai fait les expériences suivantes.

IV. Je reçus de la synovie dans des flacons de même forme : l'un avoit été échauffé par la chaleur de l'eau bouillante, et l'autre avoit été refroidi par un mêlange de muriate de soude et de muriate d'amoniaque : l'état gélatineux s'est manifesté également et dans le même espace de tems dans les deux vases.

Je reçus cette liqueur dans d'autres flacons, dont l'un fut bouché; l'état gélatineux eut aussi lieu dans l'un et dans l'autre; d'où il résulte que ce n'est ni au contact de l'air, ni à la perte du calorique qu'il faut attribuer ce phénomène.

V. La synovie ne conserve pas long-tems cette consistance gélatineuse, elle reprend son premier état, devient ensuite moins visqueuse, et dépose une matière filandreuse. Ces divers états de la synovie présentent des résultats différens dans l'analyse, comme j'ai eu occasion de l'observer : mais en la filtrant à travers le papier gris dès qu'elle est retirée des articulations, elle reste avec toutes ses propriétés.

VI. En exposant de la synovie en petite quantité à un air sec, elle perd son humidité, et laisse dans la capsule un roseau écaillenx, où j'ai reconnu un sel cristallisé en cube, et, un autre qui s'est effleuri; j'ai versé sur ce résidu une petite quantité d'alcool : le sel qui étoit efflorescent fut dissous. Je décantai, et après l'évaporation spontanée de l'alcool, j'eus un sel en dendrites qui étoit de la soude. Les cristaux cubiques, traités par l'acide muriatique, ont donné du gaz acide muriatique, et il reste, après l'action de cet acide, du sulfate de soude. Cette liqueur contient donc du muriate de soude et de la soude combinée avec de l'acide carbonique, puisqu'elle précipite l'eau de chaux.

VII. Exposée à un air humide, cette liqueur perd sa viscosité, se trouble, exhale une odeur de poisson pourri, se couvre d'une péllicule, prend une couleur brune, et laisse un résidu

d'une consistance molle et d'une odeur fétide la chaux et les alcalis mêlés alors à cette liqueur en dégage beaucoup d'amoniaque.

VIII. La synovie se mêle à l'eau froide, et lui donne une fluidité visqueuse qui est même très-sensible, en mettant six parties d'eau contre une de synovie. Ces deux liqueurs moussent par l'agitation : soumises à l'ébullition, elles conservent leur fluidité visqueuse, perdent leur transparence, prennent un état laiteux donnent une eau blanche, et présentent quelques pellicules sur les bords du vase.

IX. La viscosité que conservoit cette humeur pendant son ébullition, offroit une circonstance qu'aucune autre liqueur animale ne manifeste: après differens moyens que j'avais mis en usage pour découvrir la cause de cette viscosité, j'ai reconnu que l'acide acétueux étoit celui qui m'a le mieux réussi. En versant de l'acide acéteux dans le mêlange d'eau et de synovie, ces liqueurs perdirent aussi-tôt leur fluidité visqueuse, devinrent claires, transparentes, et offrirent une masse de fibres blanches, que j'enlevai facilement par le moyen d'un tube. Le résidu de la liqueur, mais à evaporer, donne des pellicules qui étoient de l'alumine ; il a ensuite fourni, par cristallisation du muriate de soude et un sel cristallisé en prismes striés ; ce sel étoit de

l'acétate de soude formé par la soude contenue dans la synovie, et l'acide acéteux que j'avois employé.

X. La synovie présente plusieurs phénomènes, lorsqu'on la traite avec des acides dans différens états de concentration. L'acide sulfurique concentré y occasionne un précipité floconeux qui se dissout promptement dans la liqueur, sans en détruire la viscosité; les acides muriatique, nitrique, acétique, et l'acide sulfureux agissent de même. Si on étend ces différens acides avec douze ou quinze fois leur poids d'eau, et qu'on les mêle à la synovie, ils en troublent la transparence, sans en détruire la viscosité: s'ils sont très étendus d'eau, et que leur saveur acide soit à peine sensible, alors ils détruisent la viscosité de cette liqueur, qui aussi-tôt devient claire, transparente, et donne une matière filandreuse qu'on enlève facilement. L'acide acéteux, sans être étendu d'eau, est très-propre à la séparation de cette matière; et c'est en me servant de cet acide que je détermine les proportions des parties constituantes de la synovie. 288 grains de cette liqueur, traités avec cet acide, ont donné 3_{+} grains d'une substance filandreuse, la liqueur, mise ensuite à évaporer, a fourni 13 grains d'alumine qui s'est présentée sous la forme de pellicules à la surface de la liqueur.

Le résidu a ensuite donné par cristallisation 4 grains de muriate de soude et 3 grains d'acétate de soude formé par la soude et l'acide acéteux que j'avois employé : la synovie avoit donc 231 parties d'eau de composition.

XI. Les carbonates de potasse et de soude s'unissent très bien à la synovie, sans rien changer à son état visqueux : privés de leur acide carbonique, ils paroissent en augmenter la fluidité, et ont une action très-marquée sur le résidu de la synovie dessechée qu'ils dissolvent complettement.

XII. L'alcool versé dans la synovie y occasionne la séparation d'une substance floconeuse, sans en détruire la viscosité : si ensuite à ce dernier mêlange on ajoute de l'acide acéteux, on lui fait perdre sa viscosité, et on en sépare une matière semblable à celle que j'ai obtenue dans les expériences precédentes, et que j'examinerai dans la suite.

XIII. La décomposition de la synovie à la cornue donne, 1°. une eau qui s'altère facilement, 2°. une eau chargée d'ammoniaque, 3°. de l'huile empyreumatique, 4°. du carbonate d'ammoniaque; 5°. il reste un charbon qui, lessivé, donne, par l'évaporation, du muriate de soude et du carbonate de soude.

Ce charbon privé de tous ses sels par plu-

sieurs lotions, exposé ensuite dans un creuset, brûle et laisse, après sa combustion, une cendre blanche soluble dans l'acide nitrique. L'acide oxalique versé dans cette dissolution forme de l'oxalade calcaire: la liqueur filtrée et rapprochée par l'évaporation laisse un résidu qui, chauffé au chalumeau, donne un globule dont la dissolution dans l'eau distillée est précipitée par l'eau de chaux; ce qui indique que cette cendre contient du phosphate de chaux.

XIV. Dans les différentes expériences que j'ai faites sur la synovie, j'ai vu que lorsque je versois un acide végétal dans cette liqueur, soit qu'elle fût mêlée à de l'alcool, à de l'eau, soit qu'elle fût chauffée au point de bouillir, il se séparoit une matière sous l'état fibreux. Cette circonstance, qui ne se présente dans aucune liqueur animale, m'a paru mériter une attention particulière.

Les moyens dont je me suis servi pour obtenir cette matière, me faisoient présumer qu'elle ne pouvoit être de l'albumine; car ces mêmes moyens employés pour obtenir l'albumine dans toute autre humeur animale, la présenteroient sous un état bien différent. J'ai voulu savoir si je pouvois comparer cette nouvelle substance au gluten du froment: parmi leurs propriétés physiques je n'ai point remarqué de différence

bien sensible, leur couleur, leur odeur, leur saveur étoient les mêmes; l'un et l'autre étoient élastiques et avoient la propriété de coller aux doigts : jusqu'à un certain point leurs propriétés chimiques étoient les mêmes; l'eau bouillante donnoit de la consistance à ces matières; les acides minéraux et les acides végétaux concentrés les dissolvoient, de même que les alcalis purs. Voici les caractères qui paroissent distinguer la substance de la synovie d'avec le gluten du froment: la matière filandreuse de la synovie se dissout par l'agitation dans l'eau froide; cette dissolution mousse par l'agitation; les acides et l'alcool y forment un précipité floconeux : soumise à l'action du calorique, elle donne une écume très-blanche et très-raréfiée. Toutes ces propriétés prouvent que cette matière est de l'albumine dans un état différent de celui du sang et du blanc d'œuf.

Il résulte de cette analyse, que 288 grains de synovie contiennent,

1°. D'albumine sous un état particulier..	34
2°. D'albumine ordinaire............	13
3°. De muriate de soude.............	5
4°. De carbonate de soude...........	2
5°. De phosphate de chaux..... de 1 à	2
6°. D'eau........................	232
Total........................	288

Les expériences dont je viens de rendre compte prouvent que la synovie est une humeur d'une nature particuliére; qu'elle contient de l'albumine sous deux états, dont les caractères pour être développés, demandent un examen plus suivi, et dont je me propose de m'occuper. Je me propose aussi de suivre les altérations, que peut éprouver la synovie dans différentes maladies.

MÉMOIRE

Sur les Argiles, sur leur emploi dans les verreries, dans les fabriques de porcelaines, dans les fabriques de fayance à pâte blanche, dite anglaise.

Pour servir de Supplément à ces trois arts décrits par l'Académie des Sciences :

Par J. H. HASSENFRATZ.

PREMIERE PARTIE.

DES ARGILES.

Lu à l'Académie des Sciences le 20 juin 1792.

L'ARGILE est un mêlange d'alumine et de silice, quelquefois de carbonate de chaux, de magnésie, de baryte, etc. elle se trouve dans les entrailles de la terre de couleur blanche, grise, bleue, verte, jaune, rouge, noire, etc. Les matières qui colorent l'argile sont des décompositions de substances végétales, des bitumes ou des oxides métalliques, dont les plus communs sont les oxides de fer.

On peut distinguer à la calcination la nature des substances colorantes.

Lorsque l'argile est colorée par des décompositions de substance végétale ou par du bitume, cette couleur disparoît à la calcination, et l'argile sort du feu extrêmement blanche.

Lorsque des oxides métalliques font partie des substances colorantes, l'argile, en sortant du feu, a une couleur dépendante de la nature, de la quantité et du mêlange des oxides métalliques qu'elle contient.

L'argile est une combinaison terreuse très-répandue sur la surface du globe. Les lieux où on la trouve le plus communément sont les terreins modernes secondaires, c'est-à-dire ceux qui sont formés de couches horisontales de craie, de pierre calaire coquillière, de sable caillouteux et coquillier, etc. et généralement les terreins que l'on peut regarder comme étant de dernière formation. On peut consulter la division que j'ai donnée des différens terreins dans un mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie des sciences, sur la perpendicularité des filons fentes avec les couches de pierres qui les contiennent.

On trouve aussi quelquefois des masses et même des couches d'argile blanche dans les terreins primitifs; le plus souvent cette argile

provient de la décomposition spontanée des granits ou de toutes autres pierres primitives.

L'alumine pure sans mélange d'alcali est une terre blanche, légère, que l'eau tient facilement suspendue ; elle a une sorte de ténacité, lorsqu'elle est mouillée, qui donne à ses molécules la facilité de se réunir en masse, se pétrir de manière à prendre toutes les formes que l'on veut lui donner.

La ténacité naturelle de l'alumine pure lui donne encore la faculté de se réunir à diverses terres extrêmement fines que l'on mêle avec elle, de manière que le lavage réitéré ne peut point ou presque point les séparer.

Il est peu de pierres primitives qui ne contiennent de l'alumine et de la silice. Ces deux terres paroissent être généralement répandues et se trouvent dans presque toutes les combinaisons.

Lorsque les pierres primitives ou secondaires se décomposent, ainsi qu'on en voit des exemples fréquens dans les terreins primitifs et secondaires, l'alumine, la silice et les autres terres qui faisoient parties de ces pierres, sont entraînées par les eaux ; ces eaux s'emparent de l'argile, c'est-à-dire, de l'alumine et des terres extrêmement fines qui adhèrent à ses molécules : les eaux s'emparent de l'argile et la tiennent

en suspension ; les substances plus grossières, comme les cailloux, les sables, etc. qui sont détachées par cette décomposition, et que les eaux entraînent aussi, sont déposées peu-à-peu, lorsque l'argile est encore suspendue. Ce n'est que dans les lieux où les eaux sont tranquilles, comme les lacs, les étangs, etc. qu'elles laissent déposer l'argile.

Si l'on y prend garde, cette marche simple de la nature dans la décomposition des pierres primitives et même secondaires, le rassemblement séparé des diverses substances, particulièrement de l'argile, s'accorde parfaitement avec l'ordre et l'arrangement de ces substances sur la surface du globe.

On déduit facilement des dépôts d'argile dans les lieux où les eaux étoient tranquilles, la coloration de ce mélange de terre par des décompositions de substances végétales ; car là où l'eau étoit tranquille, les végétaux pouvoient y croître et s'y décomposer, et les débris de ces végétaux se mêlent avec l'argile. On trouve effectivement, dans la plupart de ces argiles, des racines entières qui ont été ensevelies avant leur décomposition.

Pour les argiles colorées par des bitumes et qui accompagnent pour la plupart les mines de charbon de terre, il faut rapporter la cause

I 4

de leurs colorations à celle de la formation de ce combustible qui nous est encore inconnue.

La coloration des argiles par les oxides métalliques peut avoir été occasionnée de deux manières, ou parce que ces oxides, faisant partie de la pierre qui a été décomposée et adhérant à l'alumine, ont été entraînés par les eaux et déposés avec l'argile, ou parce que ces oxides ont été entraînés séparément par les eaux et déposés avec l'argile.

L'argile colorée par l'oxide de fer qui est la plus généralement répandue, est employée, savoir, la plus grossière à faire des briques et des tuiles, et la plus fine à faire de la fayance ordinaire. Ces fabrications sont assez connues, pour qu'il soit inutile d'en faire mention.

Les terres argilleuses que je considère dans ce mémoire sont celles que l'on emploie pour la fabrication des pots et des briques à four dans les verreries, celles que l'on emploie dans la fabrication de la porcelaine et dans la fabrication de la fayance à pâte blanche, dite fayance anglaise.

Les terres argilleuses propres à ces trois sortes de fabriques ne doivent point contenir d'oxides métalliques; conséquemment elles se trouvent réduites à la classe des argiles blanches ou colorées par des substances végétales ou bitumi-

u; es. Je développerai les raisons pour lesquelles les argiles ne doivent point contenir d'oxide métallique, en traitant de l'emploi de l'argile dans les trois fabrications que j'examine.

Les argiles blanches ou colorées par les substances végétales et bitumineuses sont très-communes en France : je citerai ici quelques-uns des lieux où l'on en trouve abondamment, en observant que les lieux que je cite ne sont qu'une très-petite partie de ceux où il se trouve de l'argile blanche.

On trouve de cette argile dans les départemens

de la Seine Inférieure,
de Seine et Marne,
de Seine et Oise,
de l'Aube,
de l'Eure,
de la Manche,
de l'Oise,
de la Saône,
de la Marne,
du Nord,
des Ardennes,
de la Meuse,
de l'Aisne,
du Cher,

de la Dordogne,
du Lot,
de la Haute Vienne,
du Lot et Garonne,
de la Haute Garonne,
de la Haute Saône,
de la Haute Marne,
du Haut Rhin,
de l'Allier,
du Pas de Calais,
de Saône et Loire, etc. etc.

J'ai cru inutile d'indiquer les positions séparées de ces départemens où l'on trouve cette argile, parce que cette nomenclature incomplette auroit été trop longue, et que me propose de les faire connoître un jour d'une manière extrêmement détaillée. Je vais seulement indiquer quelques endroits où cette argile est déjà exploitée, soit pour des verreries, soit pour de la porcelaine, soit pour de la fayance anglaise, soit pour des pipes.

On exploite de la terre argilleuse propre à être employée dans des verreries, soit à la fabrication des pots, soit à la fabrication des briques de four, aux environs de Cahors département de Lot, près de la Bastide, département de Lot et Garonne; à Fossay, Gournay;

la Billière, Forge, département de Seine Inférieure; à Neureux, Sancoin, Pelvesin, Sainte-Catherine, département de l'Allier; à Urcay, la Bouchotte, département du Cher; à Montcénis, département de Saône et Loire; Pfaffenhein, département du Bas-Rhin; à Villeutrand, près Montmiral, à Jussy, etc. etc.

On exploite de la terre à porcelaine à Saint-Yriex, département de la Haute-Vienne; à Nider Scheffelsheim, département du Bas-rhin; à Château-Dun, à Bayonne, etc. etc.

On exploite de la terre à fayance blanche dite anglaise, à Dèvres, département du Pas-de-Calais, à Montereau, à Moret, département de Seine et Marne; dans les environs de Port-Louis, etc.

On exploite de la terre à pipe qui peut aussi être employée pour la fabrication de la fayence blanche dite anglaise, à Forge, à S. Aubin, à Belbeuf, département de Seine et Marne, à Dunkerque, etc. etc.

On exploite dans plusieurs endroits du Brabant voisins de la France, des argiles pour être employées dans les verreries, dans les fabriques de fayances blanches dites anglaises, et à la fabrication des pipes. Ces lieux sont Audunes, près de Namur, Autroche, près de S. Guillain et dans les environs de Tournay. On en ex-

ploite encore proche d'Anvers, dans les environs de Cologne, etc. etc.

N'ayant trouvé jusqu'à présent d'analyses d'argile sur lesquelles on puisse établir quelques données, que dans Bergmann, n'y ayant trouvé aucun détail sur les terres argilleuses de France, et ces terres devenant très-précieuses par leur usage dans les verreries, les fabriques de porcelaines et les fayanceries à pâte blanche dites anglaises, j'ai cru utile aux progrès de ces manufactures de faire l'analyse de celles qui sont le plus généralement employées, de comparer les résultats de l'analyse avec leur usage.

Je me propose de continuer ces analyses, de faire connoître un grand nombre de terres argilleuses de France qui peuvent être employées dans ces fabrications, et d'indiquer celles qui sont les plus propres aux divers usages que l'on en fait.

Les argiles analysées par Bergmann sont celles de Lemnos, d'Osmunde et de Hampshire; leurs parties constituantes sont :

Argile de Lemnos.

Silice	47
Alumine	19
Cabonate	5,4
Carbonate de magnésie	6,2

Oxide de fer	5,4
Perte	17
	100

Argile d'Osmunde.

Silice	60
Alumine	11,1
Carbonate calcaire	5,7
Carbonate de magnésie	0,5
Oxide de fer	4,7
Perte	18
	100

Argile d'Hampshyre.

Silice	51,8
Alumine	25
Carbonate calcaire	3,3
Carbonate de magnésie	0,7
Oxide de fer	3,7
Perte	15,5
	100

Ainsi ces trois argiles analysées par Bergmann contiennent de la silice, de l'alumine, du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, et de l'oxide de fer.

La proportion de la silice à l'alumine étoit dans ces argiles, savoir :

Dans celles de....	Osmunde	:: 60	:	11.
	Hamspshire	:: 51,8	:	25.
	Lemnos	:: 47	:	19.

Les argiles dont je vais présenter les résultats analytiques et que j'ai analysées, ont été tirées de 18 endroits différens :

1°. Un argile du département de Côte-d'Or qui m'a été donnée par M. Sénovert;

2°. De l'argile des environs de Tournay;

3°. De l'argile des environs de Neureux;

4°. De l'argile des environs de Montcénis, département de Saône et Loire;

5°. De l'argile des environs de la verrerie de Sainte-Catherine;

6°. De l'argile de Pelvesin;

7°. De l'argile de Forge, département de la Seine Inférieure;

8°. De l'argile d'Urcay,

9°. De l'argile de la Bouchotte;

10°. De l'argile de S. Yriex;

11°. De l'argile de Neuilly, département de l'Allier;

12°. De l'argile anglaise qui m'a été donnée par M. Wedg-Wood;

13°. De l'argile de Luecnay;

14°. De l'argile de Sancoin;

15°. De l'argile de S. Pardoue;

16°. De la pâte à fayance blanche de la fabrique de Douay;

16°. De la pâte à fayance blanche de la fabrique de Montereau; .....

17°. Du feld-spath broyé de S. Yriex, employé dans la fabrication de la porcelaine.

Quelques-unes de ces argiles contenoient une très-petite quantité de terre calcaire; d'autres un peu de magnésie, mais jamais de fer, si ce n'est par place, que l'on peut facilement séparer à la main. Comme les quantités les plus considérables de terres calcaires et magnésiennes que j'ai obtenues sont d'un grain sur 100, j'ai cru devoir les négliger. Lorsque les proportions de la terre calcaire et de la magnésie dans l'argile ne font qu'une centième partie de son poids, elles ne produisent presque point d'effet sur les trois fabrications que nous considérons dans ce mémoire.

Les différentes argiles que j'ai analysées contenoient sur 100 parties, savoir :

		parties. avec l'eau.
Argile de	M. Sénovert . .	78 d'alumine. 22 de terre silicée.
	Tournay.	57 d'alumine. 43 de terre silicée.
	Neureux.	44 d'alumine. 56 de terre silicée.
	Montcénis . . .	45 d'alumine. 55 de terre silicée.

		parties.	avec l'eau:
Argile de	Pelvesin	36 d'alumine.	
		64 de terre silicée.	
	Ste-Catherine. *grise*.	36 d'alumine.	
		64 de terre silicée.	
	Forge	37 d'alumine.	
		63 de terre silicée.	
	Urcay	32 d'alumine.	
		68 de terre silicée.	
	la Bouchotte	31 d'alumine.	
		69 de terre silicée.	
	Ste-Catherine *blanche*.	30 d'alumine.	
		70 de terre silicée.	
	Neuilly	27 d'alumine.	
		73 de terre silicée.	
	M. Wedgwood	24 d'alumine.	
		76 de terre silicée.	
	Lucenay	19 d'alumine.	
		81 de terre silicée.	
	Sancoin	18 d'alumine.	
		82 de terre silicée.	
	S. Pardoue	17 d'alumine.	
		83 de terre silicée.	
	Douay	17 d'alumine.	
		83 de terre silicée.	
	Montereau	14 d'alumine.	
		86 de terre silicée.	

Terres de S. Yriez	19 d'alumine.
	12 de magnésie.
	7 de sulfate de baryte
	62 de silice.
Feld-Spath broyé de Saint-Yriex	12 d'alumine.
	9 de magnésie.
	8 de baryte.
	70 de silice.

Comme

Comme l'analyse de (1) la plupart de ces terres n'a été faite que sur des échantillons qui m'ont été donnés ou qui m'ont été envoyés, il est possible que les argiles tirées des mêmes lieux aient quelques différences, car je me suis assuré que cinq morceaux d'argile pris dans différens endroits du même banc à Neureux, contenoient :

	parties.
N°. 1.	31,5 d'alumine. 68,5 de silice.
N°. 2.	33 d'alumine. 67 de silice.
N°. 3.	35 d'alumine. 65 de silice.
N°. 4.	38 d'alumine. 62 de silice.
N°. 5.	40 d'alumine. 60 de silice.

De plus, comme toutes les argiles retiennent une quantité d'eau plus ou moins grande, et qu'il est presqu'impossible de les amener au même degré de dessication, on trouve souvent des différences considérables dans les proportions d'eau qu'elles contiennent. Aussi ne me suis-je proposé, dans ce mémoire, d'autres comparaisons que celles des proportions de silice et d'alumine qui sont les substances prin-

(1) Il est aisé de voir que ces proportions sont indépendantes de l'eau et des substances gazeuses qui ont pu se dégager pendant l'analyse que l'on a cru devoir négliger et parce qu'elles n'entrent pour rien dans les terres cuites.

cipales qui entrent dans la composition des argiles, et qui ont de l'influence sur la fabrication des pots de verrerie, de la porcelaine et de la fayance à pâte blanche dite fayance anglaise.

Si l'on y prend garde, il existe deux grandes différences dans les argiles : la première, ainsi qu'on peut le voir par les analyses de Bergmann et par celles de l'argile de S. Yriex, dépend de la nature de leurs parties constituantes, et celle-ci a une influence singulière sur leur fusibilité : la seconde, lorsque les argiles ne contiennent que de la silice et de l'alumine, est dans la variation des proportions de ces deux terres. On voit qu'elles varient dans celles que j'ai analysées entre 86 et 22; ce qui rend les proportions presque quadruples les unes des autres.

Ces deux différences considérables entre les argiles, la première dans les substances qui les composent, la seconde dans les proportions des substances semblables dans les argiles qui sont composées des mêmes terres, nécessitent un choix particulier dans les argiles avant de les employer. Comme toutes ces argiles, à l'exception de celles qui sont colorées par des oxides métalliques, semblent au premier aspect avoir peu de différence entr'elles, il est nécessaire que ces argiles soient analysées avant leur emploi.

La suite au numéro prochain.

RAPPORT

ait à l'académie sur diverses cristallisations salines, qui lui ont été présentées par M. le Blanc.

L'ACADÉMIE ayant chargé MM. Daubenon, Sage, Berthollet et Haüy, d'examiner ne suite de cristaux salius qui lui a été présentée par M. le Blanc, nous allons lui en rendre ompte.

M. le Blanc a déjà obtenu un jugement favorable de l'académie relativement à plusieurs némoires qui renferment les résultats de ses observations sur la cristallisation. Encouragé par l'intérêt que l'académie a pris à ses succès il vient aujourd'hui lui mettre de nouveau sous les yeux les produits de son travail, dans la vue de se livrer à de nouvelles recherches et de former une collection de cristaux salins la plus complette et la plus soignée qu'il lui sera possible, si l'académie juge cet objet digne d'être suivi avec tous les soins et toute l'assiduité nécessaires pour le bien remplir. Avant de donner notre opinion sur le projet de M. le Blanc, nous croyons devoir offrir à l'académie un résumé

de tous les travaux entrepris et exécutés jus-qu'ici par ce chimiste sur la cristallisation.

On avoit remarqué qu'il en étoit des cristaux obtenus par les procédés de la chimie, comme de ceux que l'on retire du sein de la terre c'est-à-dire que souvent la même substance se présentoit sous des formes qui différoient plus ou moins entr'elles, et que de plus une même forme étoit susceptible de varier dans les dimentions respectives de ses diverses parties; mais en général on avoit peu réfléchi sur les circonstances qui déterminoient ces différentes modifications, ou si elle avoient fixé l'attention de quelques chimistes, c'étoit seulement dans des cas particuliers, comme celui de la cristallisation en trémie du muriate de soude, observée et décrite avec beaucoup de soin par M. Rouelle qui en a fait le sujet d'un mémoire imprimé parmi ceux de l'académie. M. le Blanc s'est proposé d'étudier ces mêmes circonstances, de déterminer linfluence qu'elles peuvent avoir sur les métamorphoses des cristaux, d'en tirer des conséquences pratiques pour diriger la marche de la cristallisation, en un mot, d'en faire la base d'un art qui fût soumis à des principes fixes et susceptibles d'une application raisonnée.

Une des causes qui contribuent le plus aux variations de forme que subissent les cristaux

originaires d'une même substance, et la différence des proportions entre les principes composans de cette substance. Ainsi le sulfate d'alumine ordinaire ou avec excès d'acide cristallisé en octaëdre régulier : en ajoutant une certaine quantité de base, on obtient des cubes, et s'il y a excés de base jusqu'au point de saturation, le sel ne cristallise plus, et ne donne qu'un *magna*. Si la proportion de l'acide avec la base varie entre celle qui produit l'octaëdre et celle d'où résulte le cube on aura des cristaux à quatorze faces dont six parallèles à celle du cube et huit parallèles à celles de l'octaëdre et à mesure que le rapport des principes composans se rapprochera de l'une ou l'autre des limites entre lesquelles se trouve renfermée la faculté de cristalliser, la forme elle-même participera plus ou moins de l'octaëdre qui répond à l'une de ces limites, ou du cube situé sur la limite opposé. Il y a plus, un octaëdre d'alun soumis à l'accroissement dans une liqueur susceptible de produire le cube comme d'un premier jet, passe lui-même à la forme cubique, et réciproquement un cube d'alun placé dans une dissolution avec excès d'acide, reprend le caractère des cristaux qui naissent immédiatement de cette dissolution, et se transforme en octaëdre.

Les différens degrés de rapprochement entre les molécules salines suspendues dans une liqueur, suivant que ces molécules abondent plus ou moins dans un espace donné, sont encore une des circonstance dont M. le Blanc a su tirer parti relativement à son objet. Il a profité aussi de l'influence de l'air extérieur, de la températuce et même de la position des cristaux au fond de la capsule, pour obtenir des résultats diversifiées. C'est en portant un œil attentif et éclairé sur le mécanisme de toutes ces différentes causes, en démêlant leurs actions à travers l'espèce de complication qui résulte de leur concours, en suivant, pour ainsi dire, toutes les nuances des phénomènes qu'elles présentent à l'observation, que M. le Blanç est déjà parvenu, pour plusieurs sels, à maîtriser les résultats de la cristallisation, à faire naître telle modification de forme plutôt que telle autre, à obtenir chaque forme isolée avec des faces très-prononcées, jouissant d'une belle transparence, si elle en est susceptible, et enfin sous un volume souvent très-considérable, et dont l'accroissement semble ne reconnoître d'autre terme que celui de la constance même de l'opérateur.

Les cristaux de sulfate d'alumine que M. le Blanc a présentés récemment à l'académie justifient ce que nous venons de dire et l'un de

nous s'étant rendu à S. Denis, y a vu chez ce chimiste des cristaux de sulfate de cuivre et de plusieurs autres substances qui prouvent également le succès avec lequel il a commencé à exécuter le grand travail dont il a conçu l'idée, et ce qu'on doit attendre de son zèle et de ses talens pour le conduire à sa perfection.

Nous croyons en conséquence que l'académie doit inviter M. le Blanc à s'occuper de former une collection complette de tous les sels cristallisés. Nous pensons de plus que l'exécution de ce projet mériteroit d'autant plus d'être favorisée par des encouragemens particuliers, que M. le Blanc y a déjà employé un tems considérable, et que la constance avec laquelle il a suivi son travail lui a fait faire des sacrifices auxquels son peu d'aisance ajoute un nouveau prix. Enfin il seroit à desirer que la collection de M. le Blanc fût placée dans un lieu où elle pût servir à l'instruction de ceux qui cultivent l'histoire naturelle et en particulier la cristallographie, et que l'auteur se hâtât de publier les différens mémoires qu'il a composés sur ce sujet, pour diriger ceux qui souhaiteroient se livrer à la pratique d'un art neuf à beaucoup d'égards, intéressant pour le progrès de la chimie, et dont on pourra même tirer des lumières pour perfectionner la théorie de la cristallisation.

De la force des Acides, et de la proportion des substances qui composent les sels neutres ;

Ouvrage traduit de l'Anglais de M. KIRWAN, par Madme L.

LA science de la nature ne doit sans contredit son origine qu'à l'observation et à l'expérience ; mais lorsqu'elle a fait un certain progrès, les connoissances déjà acquises deviennent un puissant instrument pour en acquérir de nouvelles. Cette vérité est aussi évidente à l'égard de la partie chimique qu'à l'égard de la partie mécanique de cette science : aussi son étude présente-t-elle un double objet, ou l'application des connoissances déjà acquises aux arts utiles à l'humanité, ou le perfectionnement des moyens par lesquels on peut parvenir à de nouvelles découvertes. Le mérite du premier, lorsqu'on réussit, est sans contredit plus apparent et plus frappant ; mais celui du dernier n'est pas moins solide, et les procédés au moyen desquels on peut y parvenir sont infiniment plus délicats. Le succès du premier est le plus souvent dû au hasard ; l'intention du dernier est au contraire de diminuer et finalement d'anéantir toute dépendance du hasard.

Dans les recherches chimiques, toutes les découvertes qui ne sont pas purement accidentelles sont fondées sur la connoissance des propriétés des agens qu'on emploie, et parmi ces agens les acides et les sels neutres sont sans contredit ceux qui jouent le plus grand rôle. Pour les employer avec sécurité, il est nécessaire de connoître avec quelqu'exactitude leur quantité, leur proportion, leur état, ainsi que leur degré de concentration ou de foiblesse. Ce problême a été regardé jusqu'ici comme d'une très-grande difficulté, et peu de personnes ont cherché à le résoudre : pénétré de son importance, et sans m'en dissimuler les difficultés, j'en ai fait le sujet de mes recherches, et j'y ai employé, pendant les dix années qui viennent de s'écouler, la plus grande partie de mes loisirs. Mes premiers essais sont déjà connus du public ; leurs défauts et leur imperfection m'ont été indiqués de la manière la plus obligeante par MM. de Morveau et Berthollet, dont le mérite ne peut être ignoré dans aucune partie de l'Europe. Les moyens que j'ai depuis imaginés pour éviter ces imperfections, ou au moins pour diminuer les erreurs qui peuvent en résulter, forment le sujet de cet ouvrage (1).

---

(1) Cet écrit a été présenté en avril dernier, et

§. I.

De la proportion d'acides dans les acides minéraux.

De l'acide muriatique.

Cent pouces cubiques de gaz acide muriattque pèsent, autant que j'ai pu l'estimer, 60 grains, le baromètre étant à 29,6, et le thermomètre à 57 degrés. Dix grains d'eau en absorbent dix de cet air, le baromètre à 29 pouces 6 lignes, le thermomètre à 49 degrés. L'esprit de sel ainsi formé occupe l'espace de 13,3 grains, à peu de chose près; d'où il suit que la gravité spécifique de cet acide est 1500 environ, et que la gravité spécifique de l'acide marin le plus pur dans son état de condensation est 3,03 (1). Je n'ai pas observé si l'absorption

---

auroit été lu, si la lettre de M. Poujet sur laquelle beaucoup de ces principes sont fondés, n'eût pas été égarée.

(1) Que $D =$ la densité du mélauge m le poids de la substance la plus dense; d sa densité, l le poids d'un volume égal d'eau et m' d' l' les mêmes élémens de la substance la moins dense; alors $D = \frac{m + m'}{l + l'}$ dans l'exemple ci-dessus $m + m' = 20$, et $l + l' = 13,3$, alors $D = \frac{20}{13,3} = 1,5$.

de cet air produisoit de la chaleur : il y a lieu de le croire ; mais ce n'est pas une preuve que la condensation soit plus grande que celle trouvée par le calcul. La gravité spécifique de l'acide muriatique le plus fort qu'on puisse se procurer et conserver aisément, est 1,196. On trouve par le calcul que cent parties de cet acide en contiennent environ 49 de celui dont la gravité spécifique est de 1,500, et que j'appelle l'étalon de l'acide muriatique. L'erreur provenant de la condensation excède à peine 1 ou 1,5 grain pour cent. En mêlant cet acide avec différentes proportions d'eau, j'ai eu les résultats d'après lesquels la table suivante a été calculée.

Maintenant, pour trouver la gravité spécifique du gaz acide muriatique condensé le plus dense, nous avons, d'après l'équation ci-dessus, $l = \frac{m + m' - l' D}{D} = \frac{5}{1,5}$ $= 3,3$, et $l = \frac{m}{l} = \frac{10}{3,3} = 3,03$; ce qui diffère très-peu du résultat de mon premier ouvrage. Mais une erreur de pure inadvertance s'est introduite dans les calculs subséquens ; 1562 ayant été écrit pour 1502, le résultat que je présentai fut de 122 au lieu de 62 Ainsi au lieu de $1562 - 1440 = 122$, on doit dire $1502 - 1440 = 62$.

Alors $m' = 1440$ $l' = \frac{1440}{1225} = 1175,51$; $m = 62$; $l = \frac{62}{31} = 20$: alors D ou la densité du mélange $=$

Table de la quantité d'acide étalon dont la densité est de 1,500 contenue dans de l'acide muriatique d'une densité inférieure.

100 parties.	Proportions de l'étalon.	100 parties.	Proportions de l'étalon.	100 parties.	Proportions de l'étalon.
1,196	49	1,147	37	1,1036	26
1,191	48	1,1414	36	1 0984	25
1,187	47	1,1396	35	1,0942	24
1,183	46	1,1358	34	1 0910	23
1,179	45	1,1320	33	1,0868	22
1,175	44	1,1282	32	1,0826	21
1,171	43	1,1244	31	1,0784	20
1,167	42	1,1206	30	1,0742	19
1,163	41	1,1168	29	1,0630	16
1,159	40	1,1120	28	1,0345	10
1,155	39	1,1078	27	1,0169	5
1,151	38				

Pour trouver les fractions entre deux quantités d'acide étalon, tel qu'il est indiqué dans la table (1), à une décimale près, il faut prendre

---

$\frac{1502}{1195,51} = 1256$, à-peu-près comme dans mon premier ouvrage.

(1) Quoique la formation de cette table m'ait coûté plus de peine que les suivantes, je crains qu'elle soit plus imparfaite, ma balance ayant été dérangée dans l'examen successif des densités par l'action répétée de la vapeur de l'acide.

la différence entre les densités correspondantes aux quantités intégrales de l'étalon et diviser cette différence par 10; ce qui donne un quotient, lequel ajouté successivement aux densités les plus foibles, ou soustrait des plus fortes, donne les densités correspondantes aux quantités d'étalon des mélanges intermédiaires.

De l'acide sulfurique.

Il m'a été observé, il y a quelques années, par le très-habile et très-loyal chimiste M. de Morveau, que dans les mélanges de cet acide avec l'eau, l'augmentation de densité qu'on trouve au-delà de ce qu'indique le calcul, devoit principalement être attribuée à la condensation de la partie aqueuse plutôt qu'à celle de la partie acide, comme je l'avois dit. Je sentis la justesse de cette observation qui renversoit les conséquences sur lesquelles j'avois fondé mes premiers calculs : cependant quelque convaincu que je fusse que c'étoit de leur exactitude que dépendoit la précision dans les analyses chimiques, j'étois très-embarrassé pour trouver une méthode plus exacte de les former, jusqu'à ce que j'eusse entendu la lettre intéressante de M. Poujet dernièrement lue à l'académie (1). Je ne pouvois ni faire ni me

(1) Et maintenant publiée dans les Transactions de 1789.

procurer de l'acide sulfurique concentré dont la gravité spécifique fût 2,000 à la température de 60°. Cependant dans les climats froids cet acide a été fréquemment produit; et comme c'est le plus fort, ou à-peu-près, qui puisse être obtenu par l'art, je l'ai pris comme étalon de la force de tous les autres acides de cette espèce. D'après la multitude d'expériences que j'ai faite avec des acides d'une densité inférieure comme 1,8846, 1,8689, 1,8042, 1,7500, j'ai lieu de penser que la condensation d'un poids égal d'acide étalon et d'eau s'élève à $\frac{1}{75}$ du tout. Alors appliquant les formules de M. Poujet pour déterminer les accroissemens de densité, j'ai trouvé les résultats ci-après :

Nombre des parties d'eau.	Nombre des parties de l'acide étal.	Augmentation de densité.
5	95	0,0252
10	90	0,0679
15	85	0,0479
20	80	0,0856
25	75	c,0699
30	70	0,1119
35	65	0,1213
40	60	8,1279
45	55	0,1319
50	50	0,1333

En ajoutant ces augmentations aux gravités

spécifiques trouvées par le calcul, et prenant le *medium* arithmétique pour les quantités intermédiaires de l'étalon, j'ai formé les cinquante premiers nombres de la table ci-après, page 162. Les autres l'ont été par des observations immédiates de la manière suivante, en observant que les gravités spécifiques étaient toujours prises entre 59,5° et 60°, ou au plus à 60,5° du thermomètre de Fahreneit.

1°. J'ai trouvé par la partie précédente de la table, que 100 parties d'acide sulfurique concentré dont la gravité spécifique est 1,8472, contenoit 88,5 parties d'étalon, et conséquemment que 400 grains de cet acide en contiennent 354.

2°. J'ai pris alors six portions de cet acide contenant chacune 400 grains, et j'y ai ajouté autant d'eau qu'il en falloit pour qu'elles continssent respectivement 48, 46, 44, 42, 40 et 38 grains de l'acide étalon. Pour trouver la quantité d'eau qui devoit être ajoutée à chaque portion d'acide pour qu'il contînt la proportion donnée d'acide étalon, j'ai employé l'analogie suivante : soit x la quantité d'eau qu'il faut ajouter à 400 parties de l'acide pour que le mêlange contienne 48 pour cent de l'acide étalon.

Alors $400 + x : 354 :: 100 : 48$; ce qui

donne $19{,}200 + 48\,x = 55400$; ou $48\,x = 55{,}400 - 19200 = 16200$, et par conséquent $x = \frac{16{,}200}{48} = 337{,}5$.

De cette manière j'ai trouvé les quantités d'eau qu'il faut ajouter pour chacune des autres proportions.

Les mélanges étant faits, ils étoient mis à part pendant quatre jours et remués tous les jours avec un tube de verre, qui restoit dedans; ils étoient soumis à l'expérience le cinquième jour; après quoi on en retiroit moitié, on ajoutoit autant d'eau qu'on avoit ôté de liqueur, et alors on les laissoit reposer trois jours. C'est ainsi que j'ai déterminé les gravités spécifiques correspondantes à 24, 23, 22, 21, 20 et 19 pour cent de l'étalon. Six nouvelles portions de 400 grains chacune, de l'acide concentré dont la gravité spécifique etoit 1,8393, furent prises, et la proportion convenable d'eau fut ajoutée à chacune; et après trois jours de repos et d'agitation répétée, leurs densités à la température de 60° furent examinés comme ci-dessus : par ce moyen on obtint les gravités correspondantes à un acide qui auroit 36, 34, 32, 30, 28 et 26 pour cent de l'étalon. Moitié de ces portions mêlées avec moitié eau donnèrent, après trois jours de repos et d'agitation

tion, les densités correspondantes à 18, 17, 16, 15, 14 et 13 pour cent de l'étalon, à la température ci-dessus. La balance que j'employois trébuchoit à $\frac{1}{32}$ de grain chargée de deux onces, et le solide employé étoit un petit ballon de verre contenant du mercure qui, pesé dans l'eau à une température de 56 degrés et suspendu par un crin, perdoit 27,88 grains de son poids; mais lorsqu'il plongeoit dans l'acide nitreux ou acide marin, il étoit alors suspendu par un fil d'or fin, et perdoit 27,78 grains de son poids dans l'eau.

J'ai examiné et rectifié dans diverses occasions plusieurs parties des cinquante premiers nombres de la table de la même manière; mais en général je les ai trouvées justes.

Table des quantités d'acide sulfurique étalon à 2000 contenues dans l'acide sulfurique d'une pesanteur spécifique inférieure.

Température 68 degrés.

100 parties.	Proportions d'acide étalon.	100 parties.	Proportions d'acide étalon.	100 parties.	Proportions d'acide étalon.
2,000	100	1,6217	67	1,2847	34
1,9859	99	1,6122	66	1,2757	33
1,9719	98	1,6027	65	1,2668	32
1,9579	97	1,5932	64	1,2589	31
1,9489	96	1,5840	63	1,2510	30
1,9299	95	1,5748	62	1,2415	29
1,9168	94	1,5656	61	1,2320	28
1,9041	93	1,5564	60	1,2210	27
1,8914	92	1,5473	59	1,2101	26
1,8787	91	1,5385	58	1,2009	25
1,8660	90	1,5292	57	1,1918	24
1,8542	89	1,5202	56	1,1836	23
1,8424	88	1,5112	55	1,1746	22
1,8306	87	1,5022	54	1,1678	21
1,8188	86	1,4933	53	1,1614	20
1,8070	85	1,4844	52	1,1531	19
1,7959	84	1,4755	51	1,1398	18
1,7849	83	1,4666	50	1,1309	17
1,7738	82	1,4427	49	1,1208	16
1,7629	81	1,4189	48	1,1129	15
1,7519	80	1,4099	47	1,1011	14
1,7416	79	1,4010	46	1,0955	13
1,7312	78	1,3875	45	1,0896	12
1,7208	77	1,3741	44	1,0833	11
1,7104	76	1,3663	43	1,0780	10
1,7000	75	1,3586	42	1,0725	9
1,6899	74	1,3473	41	1,0666	8
1,6800	73	1,3360	40	1,0610	7
1,6701	72	1,3254	39	1,0555	6
1,6602	71	1,3149	38	1,0492	5
1,6503	70	1,3102	37	1,0450	4
1,6407	69	1,3056	36	1,0390	3
1,6312	68	1,2951	35	1,0343	2

Les onze derniers nombres n'ayant été déterminés que par analogie, en observant les séries des décroissemens dans les quatre densités précédentes, on ne doit les regarder que comme des approximations.

Pour connoître quelle seroit à la température de 60° la pesanteur spécifique d'acides sulfuriques de densités données à tous degrés de température entre 49° et 70, et pouvoir ainsi déterminer la proportion d'acide étalon qu'ils contiennent, j'ai fait les expériences suivantes :

Degrés de température.	Gravité spécifique de l'acide.		
	A	B	C
70	1,8292	1,6969	1,3845
65	1,8317	1,6983	1,3866
60	1,8360	1,7005	1,3888
55	1,8382	1,7037	1.3898
50	1,8403	1,7062	
49	1,8403		1,3926

On voit par ce tableau,

1°. Qu'un acide sulfurique dont la densité entre 49 et 70 degrés se trouve approcher de celle exprimée dans la colonne A, gagne ou perd 0,00126 de sa gravité spécifique par chaque deux degrés entre 6° et 70° de Farenheit,

et 0,00086 par chaque deux degrés entre 49 et 60°.

2°. Qu'un acide sulfurique, dont la densité entre 50 et 70° approche de celle exprimée dans la colonne B, gagne ou perd 0,00158 par chaque deux degrés entre 50 et 70°, et 0,00017 par chaque deux degrés entre 50 et 60°; d'où il suit qu'un acide plus fort et moins altéré par la variation de température, qu'un acide plus foible; ce qui d'abord m'avoit paru être une irrégularité; mais depuis j'ai jugé que cette circonstance dépendoit de l'accroissement de la densité qui est augmentée, lorsque de plus grandes proportions d'eau sont mêlées avec un acide plus fort.

3°. Qu'un acide sulfurique, dont la densité entre le 50 et le 70° approche de celle exprimée au même degré dans la colonne C, gagne ou perd 0,00086 pour chaque deux degrés entre 60 et 70° inclusivement, 0,00076 entre 50 et 60°. Je n'ai pu appercevoir de différence entre 45 et 50 degrés.

De l'acide nitrique.

La gravité de l'acide nitrique le plus concentré que j'aie pu obtenir étoit de 1,5543 à température de 60°; il étoit d'une couleur rouge jaunâtre et si fortement phlogistiqué et

volatil, qu'il étoit impossible de faire aucune expérience exacte sur lui, lorsqu'il n'étoit mêlé qu'avec une petite proportion d'eau; mais lorsqu'il étoit mêlé avec un poids égal, sa densité augmentoit d'environ $\frac{1}{12}$ du poids total. D'après cette donnée je formai les cinquante premiers nombres de la table suivante par le calcul, en adoptant les formules de M. Poujet. J'ajoutai les autres d'après des expériences faites ainsi que je l'ai dit pour l'acide sulfurique. C'étoit communément à la température de 59,5° à 60°, rarement à 60,5°, que je déterminois les densités. L'acide que j'ai employé étoit l'acide jaune pâle dont la gravité spécifique étoit 1,4099; mais je considère le premier comme étalon.

Table de la quantité d'acide nitrique étalon dont la densité est 1,5543 contenue dans les acides nitriques de densités inférieures, la température étant de 60 degrés au thermomètre de Farenheit.

100 parties.	Proportions de l'étalon.	100 parties.	Proportions de l'étalon.	100 parties.	Proportions de l'étalon.
1,5543	100	1,4018	70	1,2586	44
1,5295	95	1,3975	69	1,2525	43
1,5183	94	1,3925	68	1,2464	42
1,5070	93	1,3875	67	1,2419	41
1,4957	92	r,3825	66	1,2374	40
1,4844	91	1,3775	65	1,2291	39
1,4731	90	1,3721	64	1,2209	38
1,4919	89	1,3671	63	1,2180	37
1,4707	88	1,3621	62	1,2152	36
1,4695	87	1,3571	61	1,2033	35
1,4683	86	1,3521	60	1,2015	34
1,4671	85	1,3468	59	1,1963	33
1,4640	84	1,3417	58	1,1911	32
1,4611	83	1,3366	57	1,1845	31
1,4582	82	1,3315	56	1,1779	30
1,4553	81	1,3264	55	1,1704	29
1,4524	80	1,3212	54	1,1639	28
1,4471	79	1.3160	53	1,1581	27
1,4422	78	1,3108	52	1,1524	26
1,4373	77	1,3056	51	1,1421	25
1,4324	76	1,3004	50	1,1319	24
1,4275	75	1,2911	49	1,1284	23
1,4222	74	1,2812	48	1,1141	22
1,4171	73	1,2795	47	1,1165	21
1,4120	72	1,2779	46	1,1111	20
1,4069	71	1,2687	45	1,1040	19

Comme la gravité spécifique de l'acide nitrique varie considérablement suivant les différentes températures, j'ai fait les expériences suivantes pour déterminer le rapport de sa densité depuis 15 degrés du thermomètre jusqu'à 70, avec cette même densité à 60 degrés, et par conséquent pour trouver la quantité d'acide étalon contenu dans chaque liqueur.

Degré de tempéra-ture.	Pesanteur spécifique de l'acide	
	A	B
70	1,4178	1,2320
65	1,4225	1,2342
60	1,4279	1,2363
55	1,4304	1,2384
50	1,4336	1,2406
45	1,4357	1,2417

Cette table nous fait voir,

1°. Que l'acide nitrique dont la densité entre 45 et 70° inclusivement, est semblable aux densités correspondantes aux mêmes températures dans la colonne A, gagne ou perd 0,00107 par chaque degré entre 60 et 70°.

0,00057 par chaque degré entre 40 et 60°.

Et 0,00042 par chaque degré entre 45 et 50°.

2°. Que l'acide nitrique dont la densité entre

45 et 70° est semblable aux densités correspondantes à la même température dans la colonne B, gagne ou perd 0,00043 par chaque degré entre 50 et 70°, et 0,00022 par chaque degré entre 45 et 50°.

§ II.

De la proportion des ingrédiens qui entrent dans la composition des sels formés par l'acide muriatique ordinaire.

Ce problême renferme toutes les difficultés des précédens et en outre quelques-unes qui lui sont particulières : car, en supposant que la proportion d'acide soit donnée, il restera toujours à en déterminer la force : sans cela ce mot ne présente aucune signification définie. Il est donc toujours nécessaire de rapporter l'acide à un étalon connu. Les chimistes dont les recherches ont précédé ou accompagné les miennes, ont considéré l'acide que les sels neutres retenoient lorsqu'ils avoient été exposés à une chaleur rouge, comme le plus fort possible. Mais à moins que tous ces sels ne possèdent le même pouvoir de retenir les acides à une chaleur rouge, ce terme doit avoir une signification différente suivant qu'on l'applique à différens sels, et conséquemment il ne présente pas une idée déterminée.

Maintenant il est bien connu que les différens

sel neutres possèdent ce pouvoir à différens degrés. En outre le terme *chaleur rouge* est un terme d'une grande latitude et comprend des degrés de chaleur très-différens les uns des autres.

On retrouveroit à-peu-près les mêmes difficultés, si on s'attachoit à déterminer la proportion d'eau contenue dans ces sels, en supposant toutefois qu'ils en contiennent tous quelques portions. On a généralement supposé que la perte de poids que les sels neutres éprouvent lorsqu'ils sont exposés à une chaleur rouge, exprimoit la quantité de leur eau de cristallisation; mais il est maintenant reconnu que quelques uns d'eux perdent aussi une portion de leur acide à cette chaleur, sans parler de la difficulté d'employer constamment dans tous les cas le même degré de chaleur, et quand même on pourroit y parvenir, de supposer qu'ils possèdent tous le même pouvoir de conserver la partie aqueuse. D'abord l'ancienne opinion que la présence de l'eau est nécessaire pour la cristallisation, et qu'il en entre dans la composition des cristaux, est dénuée de fondement, puisqu'il est maintenant reconnu que les cristaux peuvent être formés par la voie sèche. De plus ceux qui se forment par la voie humide, comme les cristaux pierreux, ne retiennent pas

la plupart une quantité sensible du liquide dans lequel ils ont été formés.

Déterminé par ces considérations, j'ai abandonné en grande partie l'ancienne méthode, et j'y ai substitué la suivante. D'abord j'ai saturé une quantité déterminée d'alcali ou autre base avec un acide dont la gravité spécifique m'étoit connue et dans lequel je pouvois déterminer par mes tables la quantité d'acide étalon contenu. J'ai alors pris une autre solution d'une quantité connue de sel neutre de la même espèce que celle formée par saturation, et j'ai examiné la gravité spécifique des deux solutions à la même température, ajoutant de l'eau à la plus forte des deux, jusqu'à ce que leur densité devînt égale. Concluant alors qu'il existoit une égale proportion de sel dans chacune, et la quantité absolue de sel contenue dans l'une des deux étant connue, il m'étoit aisé de déterminer la quantité de l'autre par le poids. Cette méthode cependant est sujette à une petite inexactitude, car on ajoute toujours un léger excès d'acide, de peur qu'il n'y ait une perte de liqueur dans les essais de saturation avec les couleurs bleues végétales, et cela rend la densité de la solution du sel régénéré un peu plus grande qu'elle ne devroit être d'après la proportion de sel qu'elle contient; outre que dans plusieurs

cas la proportion de l'eau de cristallisation doit être déterminée par l'exposition à la chaleur.

Du tartre vitriolé ou sulfate de potasse.

Mon premier soin a été de me procurer de l'alcali végétal très-pur. Dans cette vue j'ai brûlé une quantité de crême de tartre dans un creuset d'argent, et après la dissolution, la filtration et l'évaporation à siccité à une chaleur rouge, j'ai trouvé que l'alcali pesoit 1523,5 grains : je l'ai fait dissoudre dans de l'eau distillée, et le total pesoit alors 4570 grains. J'ai pris 360 grains qui contenoient 120 grains d'alcali non caustique, et je les ai saturés avec de l'acide sulfurique soigneusement purifié, dont la gravité spécifique étoit 1,565, et qui, d'après ma table, contenoit 61 pour 100 d'acide étalon. La quantité employée étoit de 130 grains qui contenoient 79 d'étalon. L'acide carbonique dégagé étoit de 34 grains, et par conséquent la quantité réelle de l'alcali étoit 120—34=86 grains. La solution étant trouble, je l'allongeai avec de l'eau. Lorsque j'en eus ajouté 3238 grains, sa gravité spécifique étoit 1,013, la température étant 60°. Le poids total étoit 360 + 130 + 3238 — 34 = 3694 grains. 43 grains de tartre vitriolé (sulfate de potasse) dissous dans 1017 grains d'eau distillée ont la même gravité spéci-

fique, la température étant 60° ; d'où il suit que la proportion de sel dans chaque solution étoit égale. Mais dans cette dernière la quantité de sel étoit $\frac{1}{23,6}$; alors la quantité de sel dans la première étoit $\frac{3694}{23,6}$ = 159,52 *grains*. Maintenant de cette quantité il y en avoit seulement 86 d'alcali : par conséquent l'excédent, c'est-à-dire 70,52, étoit d'acide ou d'acide et d'eau. La quantité d'acide employé dans la saturation contenoit 79 grains d'étalon ; mais l'acide resté dans la combinaison montoit seulement à 70,52 grains : il y avoit eu par conséquent 8 grains $\frac{1}{2}$ qui ne s'étoient pas combinés et qui étoient de l'eau pure. Ainsi l'acide qui est entré dans la combinaison est plus fort que l'étalon ; et puisque 79 parties d'étalon perdent 8,5 par l'union avec l'alcali végétal pur, 100 parties de ce même étalon perdroient 10,75 grains. Ainsi 89,25 parties d'acide de la force de celui qui est entré en combinaison avec l'alcali pour former du tartre vitriolé (sulfate de potasse), contiennent autant d'acide que 100 parties d'étalon, et de là 100 parties de ce fort acide sont équivalentes à 112 de l'étalon : par conséquent 100 parties d'alcali végétal caustique sec saturent près de 92 d'acide sulfurique

étalon ou 82 à-peu-près d'acide sulfurique le plus fort, et produisent 182 du tartre vitriolé (sulfate de potasse) dans son état ordinaire cristallisé sec. Cette dernière conclusion est la plus certaine, étant indépendante d'aucune erreur dans les calculs de la table.

Ainsi 100 parties de tartre vitriolé (sulfate de potasse) contiennent 52 de pur alcali et 45 de l'acide le plus fort, équivalant environ à 50,42 d'étalon.

Il n'y a pas de raison de supposer d'après cela que ce sel contienne aucune partie d'eau de cristallisation; on doit plutôt en tirer la conséquence contraire : car à une chaleur au-dessous de l'ignition il ne perd rien de son poids, et exposé à une chaleur rouge pendant une demi-heure, il tombe en poudre, et 100 grains en perdent à peine un : encore cette légère différence peut-elle dépendre ou d'un peu d'humidité accidentelle ou d'une petite portion de sel perdue et dissipée. M. Storr a remarqué que ce sel ne perd pas d'eau de cristallisation à aucun degré de chaleur jusqu'à 590 degrés.

Pour comparer les résultats de cette méthode avec ceux que j'ai obtenus dans mes anciennes expériences, j'ai évaporé la solution saturée à siccité, employant à la fin une chaleur de 360

degrés. Le sel ainsi formé pesoit 158 grains. Cette augmentation de poids pouvoit être due à de la poussière tombée pendant l'évaporation. J'ai fait aussi quelques expériences pour m'assurer de l'exactitude de ma table; je n'en rapporterai qu'une seule. A 654,5 grains d'une solution d'alcali végétal qui contenoit 218,16 d'alcali non caussique j'ai ajouté de l'huile de vitriol (acide sulfurique) dont la gravité spécifique étoit 1,5045, et qui conséquemment contenoit 54 pour 100 d'étalon : j'ai trouvé que 270 grains étoient nécessaires pour saturer l'alcàli avec un petit excès d'acide comme d'ordinaire. L'acide carbonique dégagé montoit à 61,8 grains; conséquemment la quantité d'alcali pur étoit 156 grains. La quantité d'étalon dans celle de l'huile de vitriol (acide sulfurique) employé étoit 145,8 grains; or si 156 d'alcali exigent, pour être saturés, 145,8 de l'étalon sulfurique, 100 grains de l'alcali doivent employer 93 de ce même étalon.

Comme ce sujet est intimément lié avec plusieurs autres de grande importance, tels que l'analyse des eaux minérales, la théorie de la teinture, les causes de la cristallisation, la déliquescence, les pouvoirs réfrigérens et la solubilité des sels neutres dans l'eau et dans l'esprit-de-vin, je joins ici les différens résultats ob-

tenus par le petit nombre de chimistes qui ont travaillé sur cet objet, avec quelques remarques propres à déterminer le jugement du lecteur.

Selon M. Bergmann 100 parties de tartre vitriolé (sulfate de potasse) sont composées de 52 d'alcali pur, 40 d'acide et 8 d'eau : d'après cette proportion 100 parties d'alcali végétal pur exigeroient, pour être saturées, 77 de l'acide vitriolique (sulfurique) le plus fort : cependant il dit ailleurs qu'elles en emploient 78,5. Je ne puis deviner comment il a pu conclure qu'il existoit une aussi grande portion d'eau dans le sel cristallisé. M. Wenzel trouve que 240 grains de ce sel en perdent à peine un à une chaleur rouge : de-là 100 parties d'alcali végétal produiroient au-dessus de 192 de tartre vitriolé (sulfate de potasse).

M. Wenzel trouve que 83,5 grains de pur alcali végétal sec sont exactement saturés par 218,75 grains d'acide sulfurique : la solution étant évaporée, et le résidu exposé à une chaleur rouge lui a donné 152,5 grains de tartre vitriolé. Il infère de-là que cette quantité contenoit 83,5 d'alcali pur et 69 de l'acide sulfurique le plus fort ; d'où l'on est en droit de conclure,

1°. Que 100 parties d'alcali végétal pur emploient 82,63 de l'acide sulfurique le plus fort

et produisent 182,63 de sulfate de potasse.

2°. Que 100 parties de sulfate de potasse contiennent 54,75 d'alcali pur et 45,25 de l'acide sulfurique le plus fort. Ces deux résultats s'accordent aussi près qu'il est possible avec les miens; et comme les méthodes employées sont différentes, cette coïncidence est une preuve assurée que les erreurs, s'il y en a quelques-unes, sont de très peu d'importance.

Du résultat de cette expérience M. Wenzel conclut quelle est la quantité de l'acide le plus fort contenue dans une demi-once de son acide sulfurique; car puisque 218,75 grains de cet acide contiennent 69 de l'acide le plus fort, 240 grains en doivent contenir 75,75 (ou, d'après mes expériences, 75,15), qui équivalent à environ 84,19 de mon étalon, et 100 grains contiennent 38,4 de mon étalon : sa gravité spécifique est par conséquent 1,3189.

M. Wiegleb répéta ces expériences exactement de la même manière que M. Bergmann, et son résultat a été cependant très-différent; car il a trouvé que 52 grains d'alcali pur étoient saturés par 53 de l'acide sulfurique le plus fort, et que le sel résultant pesoit 105 grains. Comme l'exactitude de cet excellent chimiste est bien connue, il y a lieu de présumer que les circonstances

constances ont concouru pour occasionner une augmentation de poids semblable à celle que j'ai obtenue dans mon expérience.

Du nitre.

J'ai pris 360 grains de la même solution alcaline ; je l'ai allongée par une addition de 622 grains d'eau, le tout contenant, comme auparavant, 120 grains d'alcali végétal non caustique. J'y ai ajouté de l'acide nitrique dont la gravité spécifique étoit 1,1316 : la quantité nécessaire pour arriver au point de saturation s'est trouvée de 456 grains Cet acide contient à très-peu près, suivant ma table, 23,9 grains d'acide étalon : ainsi la quantité employée pour arriver au point de saturation, en contenoit 124. La perte de l'acide carbonique étoit de 84 grains ; d'où il suit que la quantité d'alcali pur étoit de 86 grains. Après avoir laissé reposer la solution pendant quatorze heures, je trouvai sa gravité spécifique de 1,099, la température étant à 58 degrés ; le poids total étoit 1584 grains.

Je pris alors 720 grains d'eau distillée, et ajoutant du nitre cristallisé en poudre assez fine et séché par une longue exposition a l'air, je trouvai que lorsqu'il y avoit 112 grains de dissous, la gravité spécifique de la solution étoit 1,099 à la même température que ci-dessus; par con-

séquent la proportion de nitre étoit la même dans les deux liqueurs, c'est-à-dire $\frac{1}{7,4\cdot3}$ — partie de chacune. Maintenant $\frac{1362}{7,410}$ = 186,32 : c'étoit donc la quantité de nitre régénéré.

Dans cette expérience, comme dans la première, la quantité d'alcali pur étoit 86 grains, la quantité d'étalon 104 grains, la somme des deux 190 : cependant la quantité du nitre ne s'est trouvée que de 186,32 grains : ainsi 368 ont été rejetés comme eau pure : or si 104 grains d'étalon perdent 3,68, 100 parties en perdroient environ 3,5, et de-là l'acide qui entre dans le nitre est plus fort que l'acide étalon dans la proportion de 103,5 à 100 à-peu-près, c'est-à-dire que 100 parties de cet acide sont équivalentes à 103,5 à-peu-près de l'acide étalon, et par conséquent,

1°. 100 grains d'alcali végétal pur saturé avec l'acide nitrique produisent environ 216 grains de nitre et exigent, pour être saturés, environ 116 du plus fort acide nitrique, équivalent à 120 de l'étalon.

2°. 100 parties de nitre cristallisé contiennent 46,15 d'alcali et 53,85 d'acide plus fort que l'étalon dans la proportion ci dessus mentionné.

Ayant fait évaporer la dissolution saturée et l'ayant exposée à une chaleur de 360 degrés, j'ai trouvé que le résidu ne pesoit que 179 grains;

qu'ainsi il y avoit 7 grains de perdus. Dans le fait l'ancienne méthode n'est, dans aucun cas, plus défectueuse que lorsqu'elle est appliquée au nitre; car durant l'évaporation une portion se volatilise, comme M. Vallerius l'a remarqué il y a long tems. De plus, lorsqu'il est exposé à une chaleur rouge, une partie de l'acide se dissipe ou se décompose : de-là la grande différence dans les résultats que j'ai précédemment obtenus. Quant à l'eau de cristallisation, nous pouvons assurer que le nitre n'en contient point. M. Storr, qui a donné une attention particulière à cet objet, trouve qu'il retient sa forme cristalline, et qu'il perd seulement sa transparence à une chaleur de 590 degrés : il pense qu'il s'en évapore réellement quelque chose lorsqu'il est fondu, mais nous savons à présent que c'est l'acide qui s'échappe ou plutôt qui se décompose.

La proportion des substances qui, d'après M. Bergman, composent 100 parties de nitre cristallisé, sont 49 grains d'alcali, 33 d'acide et 18 d'eau. Il ne paroît pas avoir pris garde à la perte occasionnée par l'évaporation, et de plus à cette époque on ne connoissoit pas la décomposition de l'acide occasionnée par la chaleur. Ces circonstances ont rendu ses résultats erronés, comme l'etoient aussi les miens lors

de ma première publication. Il a probablement attribué la perte occasionnée par cette dernière circonstance à l'évaporation de l'eau, et c'est pour cela qu'il assigne une si grande proportion de ce principe dans la composition de ce sel. D'après lui 100 parties d'alcali pur exigeroient, pour être saturées, 67,34 de l'acide nitrique le plus fort et produiroient 204 grains de nitre; cependant dans un autre endroit il assure que 100 parties d'alcali végétal pur absorbent 64 grains d'acide nitrique le plus fort.

La détermination de M. Wenzel est plus exacte : suivant lui 83,5 grains d'alcali végétal pur sont saturés par 262 grains de son acide nitrique : le sel ainsi formé, après l'évaporation et l'exposition à une douce chaleur rouge, pesoit 173,5 grains. Delà il conclut que 173,5 grains de nitre séché à un commencement de chaleur rouge, contiennent 83,5 d'alcali et 90 de l'acide nitrique le plus fort. D'après cela 100 parties de nitre contiennent environ 48 d'alcali et 52 d'acide. Ce résultat approche plus près de la vérité que celui de M. Bergman : comme il assigne une plus grande proportion d'acide que d'alcali, ce que prouve évidemment la quantité d'air dégagé du nitrique, il s'en suivroit que 100 parties d'alcali pur exigent, pour être saturées, environ 108 parties de l'acide nitrique le plus fort

et produisent 208 grains (ou un peu plus) de nitre cristallisé. Il pense aussi que 240 grains de ces cristaux perdent 2 grains d'eau lorsqu'ils sont calcinés; ce qui montre que sa chaleur rouge étoit beaucoup plus douce que celle appliquée par M. Bergman, et explique la différence de leurs résultats, quoiqu'ils aient suivi en apparence la même méthode de recherches.

Puisque 100 parties d'alcali pur exigent, pour être saturées, 116 parties de l'acide nitrique le plus fort, 83,5 doivent en exiger 96,86 qui sont équivalentes à 100,95 de l'acide étalon. Cette quantité d'étalon doit par conséquent avoir été contenue dans les 262 grains d'acide nitrique employé par M. Wenzel pour saturer 83,5 d'alcali pur. De-là il s'ensuit que 100 grains de son acide nitrique contenoit 38,22 de mon acide étalon; sa gravité spécifique devoit être alors environ 1,227 (1).

M. Wiegleb est encore plus près de la vérité, il trouve que 112 grains de nitre doucement échauffé contiennent 52 grains d'alcali et 60 grains de l'acide le plus fort : par conséquent 100 grains de nitre contiennent 46,5 grains d'al-

(1) Sa propre conclusion est que 240 grains de son acide nitrique contiennent 82,5 de l'acide nitrique le plus fort, qui sont équivalents à 91,72 de mon acide étalon.

cali et 53,5 à-peu près d'acide; ce qui s'accorde presqu'exactement avec mes résultats. De-là 100 parties d'alcali pur employeroient 115,4 de l'acide le plus fort et produiroient 215,4 de nitre.

Sel de sylvius (muriate de potasse), ou combinaison de l'alcali végétal avec l'acide muriatique.

J'ai ajouté à 360 grains d'une solution d'alcali végétal non caustique allongée par l'addition de 518 grains d'eau, 251 grains d'acide muriatique dont la gravité spécifique étoit 1,1466 : la quantité nécessaire pour la saturation étoit 254 grains. La perte du gaz acide carbonique s'est trouvée de 34 grains. La gravité spécifique de la solution saturée à la température de 56 degrés étoit de 1,076, et le poids total de 1098 grains.

La gravité spécifique d'une solution de 100 grains de muriate de potasse dans 720 d'eau à la température de 56 degrés s'est trouvée également de 1,076; d'où il suit que la proportion de sel étoit égale dans les deux solutions, c'est-à-dire de $\frac{1}{8,2}$ du total. maintenant $\frac{1098}{8,2}$ = 113,902. De cette quantité 86 grains étoient alcali pur; par conséquent le surplus, montant à 47,902 grains, étoit ou de l'acide pur, ou de l'acide et de l'eau. Mais comme ce sel,

lorsqu'il paroît sec, ne perd au plus que 3 pour 100 quand on l'expose à une chaleur rouge, je crois qu'il ne contient pas d'eau de cristallisation, et j'en conclus que les 47.902 grains sont de l'acide pur. Maintenant 254 grains de cet acide muriatique contiennent 92,71 d'acide étalon ; et puisque sur cette quantité il n'y en a eu que 47,902 d'employés, le surplus montant à 44,908; ont été rejettés de la combinaison, comme n'étant que de l'eau pure : or si 92,71 grains ont perdu 44,908, 100 grains d'étalon auroient perdu, par leur combinaison avec l'alcali végétal, 48,4 grains : il est par conséquent à-peu-près aussi déflegmé que le gaz acide muriatique ou air marin.

De là 48,4 grains de ce fort acide équivalent à 100 grains de l'acide étalon, ou 100 grains de ce même acide équivalent à 206 grains de l'étalon : par conséquent 100 grains d'alcali végétal pur exigent, pour être saturés, 55,7 de cet acide marin le plus fort, qui sont équivalens à 115 à-peu-près de l'étalon, et produisent 155,7 grains de muriate de potasse.

2°. 100 grains de muriate de potasse contiennent 64,2 d'alcali et 35,8 de l'acide muriatique le plus fort, équivalant en force à 73 à peu-près de l'acide étalon. M. Storr assure qu'il n'éprouve aucune perte de poids à une chaleur au dessous de 590 degrés. M iv

La composition de 100 parties de ce sel donnée par M. Bergman est de 61 d'alcali, 31 d'acide et 8 d'eau. D'après lui 100 parties d'alcali végétal pur demandent, pour être saturées, 50,82 de l'acide muriatique le plus fort et forment environ 164 grains de muriate de potasse.

Les résultats de M. Wenzel diffèrent à peine des miens : il trouve que 83,5 grains d'alcali pur sont saturés par 202 de son acide muriatique, et que le résidu, après l'évaporation et après avoir été exposé à une chaleur rouge, pèse 129 grains, dont 83,5 grains sont de l'alcali, et 45,5 sont de l'acide.

D'où il suit premièrement que 100 parties d'alcali végétal pur produisent 154,5 de muriate de potasse combinés avec 54,5 de l'acide muriatique le plus fort.

2°. Que 100 parties de ce sel contiennent 64,42 grains d'alcali, et 35,58 d'acide. Il pense que 240 parties de ce sel, quand il est cristallisé, en contiennent 8 d'eau qui se dissipe à une chaleur rouge; mais il est probable que cette perte est plutôt occasionnée par la dispersion du sel ou l'évaporation d'une partie de son acide, et qu'aucune portion d'eau n'est essentiellement nécessaire à sa constitution. C'est ce qui paroît confirmé par son expérience même : car 83,5 parties d'alcali pur, d'après mes calculs, absorbent 16,5

d'acide le plus fort : dans l'expérience de M. Wenzel, il n'en a été employé que 45,5. Cette diminution pourroit bien être attribuée à la forte chaleur rouge qu'il a employée; car son sel étoit fondu.

3°. Que nous pouvons estimer la force de l'acide muriatique qu'il a employé; car puisque 202 grains contenoient 46,5 de l'acide le plus fort, lesquels équivalens à 96 de l'étalon, 100 grains devoient contenir 47 grains de l'acide étalon, et par conséquent sa gravité spécifique étoit d'environ 1,1892 (1).

Il est très probable que la différence entre les résultats ci-dessus et ceux de M. Wiegleb tiennent à la grande chaleur qu'il a employée; car il trouve que 104 grains de sel de muriate de potasse en contiennent 83 d'alcali et seulement 21 de l'acide le plus fort.

Du sel de glauber ou sulfâte de soude.

Un quantité d'alcali minéral cristallisé évaporé à siccité et échauffé au rouge dans un creuset d'argent, a été dissoute dans de l'eau pure dans une telle proportion, que 367 grains de cette dissolution contenoient 50,05 d'alcali non caustique sec.

(1) Son résultat est que 240 grains de l'acide qu'il a employé en contiennent 54 de l'acide le plus fort.

Sur cette dissolution de 367 grains j'ai graduellement versé 75 grains d'acide sulfurique dont la gravité spécifique étoit 1,565, et qui contenoit 61 pour 100 d'acide étalon. La perte du gaz acide carbonique a été de 18 grains, et lorsque la solution a été affoiblie par 480 grains d'eau, sa gravité spécifique à la température de 55 dégrés s'est trouvée de 1,0670. Alors par une expérience de comparaison semblable à celles que j'ai décrites plus haut, j'ai trouvé que $\frac{1}{[illegible]}$ de cette solution étoit du sel. Or le poids total étant de 904 grains, j'ai $\frac{[illegible]}{68[illegible]} = 132,45$ pour la quantité de sel obtenue. La quantité d'alcali pur étoit de $50,05 - 18 = 32,05$, celle de l'acide étalon étoit de 45,75 : le total des deux étoit 77,80, et le surplus montant à 54,62 doit être l'eau de cristallisation, ou au moins ce qui excède l'eau déjà contenue dans l'acide étalon.

D'où il suit, 1°. que 100 parties d'alcali minéral pur absorbent 143 grains à-peu prés de l'acide étalon, et produisent 414 grains de sel de glauber ou sulfate de soude sec cristallisé.

2°. Que 100 parties de sulfate de soude cristallisé contiennent 24,16 grains d'alcali pur, 34,54 d'acide étalon et 41,3 d'eau étrangère à la com-

position du sel; ou que si le sel a été échauffé à siccité, 100 parties en contiennent 41 d'alcali et 59 d'acide étalon. Il est vrai que si ce sel cristallisé est échauffé davantage, il perdra une plus forte proportion de son poids; car j'ai trouvé que 100 parties en perdoient 55 lors même que la chaleur n'égaloit pas celle de l'ignition; mais cela venoit en partie de la perte de l'eau inhérente à l'acide étalon et en partie à la perte de l'acide lui-même, car les vapeurs et les dernières gouttes rougissoient les couleurs bleues végétales.

D'après M. Bergman, 100 parties de ce sel en contiennent 15 d'alcali, 27 de l'acide le plus fort et 58 d'eau. Si cela est ainsi, 100 parties d'alcali pur devroient en absorber 180 de l'acide le plus fort (quoiqu'il ait dit ailleurs seulement 177), et devroient produire 666 de sel cristallisé ou 280 de celui privé de son eau de cristallisation.

Il y a une méthode pour chercher la proportion des élémens de ce sel, que j'ai suivie autrefois et qui m'a donné un résultat à-peu près pareil à celui de M. Bergman.

J'ai supposé que 100 parties d'alcali minéral cristallisé, parfaitement sec en apparence, sans être cependant tombé en efflorescence, contenoient 16 parties d'acide carbonique, 20 d'alcali et 64 d'eau, comme M. Bergman l'avoit

annoncé alors. Cependant cette proportion d'acide carbonique dans des cristaux parfaitement secs et non effleuris m'a souvent échappé : quelquefois cette proportion étoit de 12 pour 100, quelquefois de 14 et rarement de 16 pour 100. Mais comme j'ai imaginé que lorsque ce sel étoit parfaitement cristallisé, il devoit exister une proportion constante entre l'acide carbonique et l'alcali, que la différence que j'observois venoit d'un excès d'humidité imperceptible qui complétoit le poids de 100 parties, j'en ai conclu que toutes les fois que je trouvois moins d'acide carbonique dans 100 parties de ce sel, il contenoit aussi moins d'alcali dans la même proportion; de sorte que si 16 parties d'acide carbonique en indiquent 20 d'alcali, 12 d'acide carbonique en indiqueroient 15 d'alcali. J'ai été confirmé dans cette opinion par les expériences suivantes.

J'ai observé que 100 grains d'alcali minéral cristallisé, qui contenoient 12 grains d'acide carbonique, étoient saturés par 52 grains d'acide sulfurique, mais qu'une autre portion du même alcali qui donnoit 13 grains d'acide carbonique, en demandoit 56 du même acide pour être saturée. Maintenant 12 : 52 : : 13 : 56 à-peu près. De même j'ai observé que 100 parties de cet alcali qui donnoient 15 d'acide car-

bonique étoient saturées par 121 d'acide muriatique, tandis qu'une autre portion du même alcali qui ne contenoit que 13,5 d'acide carbonique n'absorboit que 108 du même acide : or 15 : 13,5 : : 121 : 109 à-peu-près. Il faut avouer que ces conclusions paroissent suffisamment probables, et dans cette supposition j'ai fait les expériences suivantes.

Ayant dissous 100 grains d'alcali minéral cristallisé dans 720 grains d'eau, j'ai saturé cette solution avec de l'acide sulfurique dont la gravité spécifique étoit 1,3654. La perte du gaz acide carbonique a été de douze grains. De là j'ai conclu que la quantité d'alcali pur étoit de 15. La gravité spécifique de la solution étoit de 1,045 par une température de 65°, et son poids de 860 grains. L'acide contenoit 61 pour 100 de l'acide étalon.

J'ai aussi trouvé que la gravité spécifique d'une solution de 100 grains de sel de glauber ou sulfate de soude dans 836 d'eau étoit de 1,045 à la même température; et comme cette solution contenoit $\frac{1}{9,36}$ de son poids de sel, j'ai conclu que la première contenoit la même proportion, et conséquemment que la quantité de ce sel étoit $\frac{860}{9,36} = 91,88$ grains : mais de cette quan-

tité 15 grains seulement étoient de l'alcali, et 31,72 de l'acide étalon — 46,72; par conséquent le reste étoit l'eau absorbée par la cristallisation = 45,16 grains. De-là il paroîtroit suivre que 100 grains de sulfate de soude cristallisé contiennent 16,32 d'alcali, 34,52 d'acide étalon, et 49,15 d'eau de cristallisation; ce qui s'accorde à-peu près avec la détermination de M. Bergman: car mon étalon est sans doute plus foible que ce qu'il appelle son acide le plus fort; et si nous attribuons seulement 7 grains à l'eau contenue dans mon acide étalon, il y aura une très petite différence. Cependant je crois maintenant cette détermination erronée, comme ne s'accordant pas avec le résultat de la première expérience qui est directe, et parce qu'une partie de l'acide se dissipe, lorsqu'on l'expose à une forte chaleur. Des portions d'alcali minéral cristallisé qui s'étoient efîleuries par une exposition à l'air pendant seize mois, se sont trouvées contenir différentes proportions d'acide carbonique. De plus nous pouvons souvent être trompés, si nous ne faisons pas une attention toute particulière, en ce que l'alcali saturé réabsorbe fréquemment une portion de l'acide carbonique qui s'est dégagé; de sorte que la perte de poids n'indique pas la totalité de l'acide carbonique contenue dans l'alcali, à moins que

la liqueur suffisamment saturée ne soit exposée à l'air pendant quelques heures (1).

M. Wenzel ayant saturé 120 grains d'alcali minéral non caustique sec avec son acide sulfurique, a trouvé que la perte occasionnée par le dégagement du gaz acide carbonique étoit de 48 grains. La quantité d'acide employé étoit de 285,33 grains, le sel résultant, après l'ignition, de 162 grains ou plutôt de 161,5, attendu qu'il faut déduire un demi grain de terre qui s'est précipitée de l'alcali. Ainsi la quantité d'alcali pur étoit 71,5 ; ce qui, étant déduit de 161,6, donne 90 grains pour la quantité, de l'acide le plus fort. De-là il suivroit

Que 100 parties d'alcali minéral pur exigent, pour être saturées, 225,87 de l'acide le plus fort et produisent 425,87 de sel de glauber ou sulfate de soude sec.

Il remarque d'ailleurs que 240 grains de sulfate de soude cristallisé perdent par l'ignition 134 grains d'eau; par conséquent 106 (= 240 — 134) de sel sec absorbent, en cristallisant, 134 grains d'eau. Alors 161,5 de sel séché

---

(1) Il y a dans ces sortes d'expériences une cause d'erreurs qui paroît avoir échappé à M. Kirwad ; c'est la grande quantité d'eau que l'acide carbonique est susceptible de dissoudre et qui s'échappe avec lui. (*Note du traducteur*).

en absorberoient 204,16, et la somme des deux 365,66 est la quantité de sel cristallisé produite dans l'expérience ci-dessus.

Ainsi, premièrement 100 parties de l'alcali minéral pur saturé avec l'acide sulfurique peuvent produire environ 511 de sulfate de soude cristallisé.

2°. 100 parties de ce sel cristallisé contiennent 19,58 d'alcali, 24,62 de l'acide le plus fort, et 55,8 d'eau.

Le défaut principal qu'on peut reprocher à ces expériences, c'est que M. Wenzel faisoit dessécher son alcali par la fusion dans un creuset de terre : or l'alcali a la propriété de se combiner avec la terre argilleuse et la terre siliceuse. Cette dernière étoit à la vérité précipitée pendant la saturation avec l'acide ; mais la terre argilleuse ne l'étoit pas; au contraire elle absorboit plus d'acide que l'alcali : d'où il suit que M. Wenzel a dû trouver une plus petite proportion d'alcali que le sel pur n'en contenoit, et il auroit trouvé au contraire une plus grande quantité d'acide, s'il n'en eût pas chassé une partie par la chaleur de l'ignition à laquelle il a ensuite exposé le sel.

Si M. Wenzel n'avoit pas expressément assuré qu'il avoit procédé, en faisant cette expériedce, de la même manière qu'il l'avoit fait pour

our le sulfate de potasse, je soupçonnerois u'il n'a fait que saturer l'alcali, et qu'il en a onclu la proportion de l'acide le plus fort con-enu dans le sel sec. Car la quantité de cet acide e plus fort contenue dans l'acide sulfurique qu'il employé, est exactement dans la même pro-ortion qu'il avoit trouvée en formant le sulfate le potasse. Dans le premier cas il avait reconnu ue 218,75 grains de son acide sulfurique con-enoient 69 de l'acide le plus fort, et dans le econd il a trouvé que 285,33 grains du même cide en contenoient 90 : maintenant 218,75 : 69 : : 285,33 : 90 : or cette proportion ne pou-voit se rencontrer que dans un seul cas; c'est celui où la chaleur rouge auroit été égale dans les deux expériences, puisque le sulfate de soude perd une partie de son acide à une telle chaleur.

M. Wiegleb a évité cette source d'erreurs, et il a approché ainsi plus près de la vérité; il trouve que 100 grains d'alcali minéral séché par une chaleur rouge perdent 42 grains d'acide car-bonique lorsqu'il est saturé avec l'acide sulfu-rique, et que le sel résultant après qu'il a été échauffé jusqu'à l'iguition, pèse 133 grains. Ce sel consiste en conséqueuce, suivant lui, en 58 grains d'alcali pur et 75 de l'acide sulfurique le plus fort. Ainsi 100 parties d'alcali pur seroient nécessaires

pour saturer 130 de l'acide le plus fort, et produiroient 230 de sulfate de soude sec. Il dit ailleurs que 100 parties de sulfate de soude perdent 50 grains par la dessication. Alors si 50 grains de sel sec en prennent 50 d'eau, 133 en prendront 133 et formeront 266 de sel cristallisé : 100 parties de ce sel contiendroient alors 21,8 d'alcali, 28,2 de l'acide le plus fort et 50 d'eau.

Du nitre cubique ou nitrate de soude.

J'ai saturé 367 grains de la même solution d'alcali minéral non caustique avec 147 grains d'acide nitrique dont la gravité spécifique étoit 1,2754, et qui contenoit 45,7 par 100 de l'acide étalon. La quantité d'acide carbonique perdue a été de 14 grains. En ajoutant 939 d'eau, la gravité spécifique de la solution à la température de 58,5° s'est trouvée de 1,0401 ; ce qui, d'après une expérience de comparaison, répond à $\frac{1}{16,901}$ de sel. Il y avoit un excès d'acide d'environ 2 grains ; le poids total étoit de 1439 grains : la quantité de sel étoit par conséquent $\frac{14,39}{16,901}$ =85,142 grains ; la quantité d'alcali pur étoit 50,05 — 14 = 36,05 ; la quantité d'acide étalon étoit 66,7 ; le total des

deux = 102,75 : mais de cette quantité 85,142 seulement entroient dans la combinaison du sel; le restant 17,608 étoit la quantité d'eau pure perdue par l'acide étalon. Or, si 66,7 parties de l'acide étalon perdent 17,6 parties d'eau par leur combinaison avec l'alcali minéral, 100 doivent perdre 26,38, et conséquemment 73,62 parties de ce fort acide sont équivalentes à 100 de l'étalon, ou 100 de ce fort acide à 135,8 de l'étalon nitrique.

De-là 36 parties d'alcali exigent, pour être saturées, 49 grains de l'acide le plus fort; conséquemment 100 parties de cet alcali en exigeroient 136 qui équivalent à 171 de l'acide étalon et produiroient 271 parties de nitrate de soude cristallisé.

2°. 100 parties de nitrate de soude contiennent 42,35 d'alcali, et 57,64 de l'acide nitrique le plus fort équivalent à peu-près à 78,33 de l'acide étalon.

La détermination de M. Bergmann est fort éloignée des résultats des chimistes qui lui ont succédé. Par son calcul, 100 parties de nitrate de soude contiennent 32 grains d'alcali, 43 d'acide et 25 d'eau. D'après ces données, 100 parties d'alcali minéral pur ou soude absorberoient 134,4 de l'acide nitrique le plus fort, ou 135,5, comme il l'a déterminé ailleurs (ce qui

ne diffère pas beaucoup de mon résultat), et produiroient 312 de nitre cubique.

M. Wenzel a trouvé que 71,5 grains d'alcali minéral pur sont saturés par 347 de son acide nitrique, et que le sel résultant après l'ignition pesoit 190,75 grains. Ainsi cette quantité contenoit 71,5 d'alcali, et les 119,25 grains restans étoient l'acide le plus fort.

De-là, 1°. 100 parties d'alcali pur absorbent 167 de l'acide le plus fort et produisent 267 de nitrate de soude.

2°. 100 parties de nitrate de soude contiennent 37,5 à-peu-près d'alcali et 62,5 d'acide.

Il dit ailleurs que 240 grains de nitrate de soude cristallisé perdent 9 grains d'eau par l'ignition, ce qui altère la proportion dans un certain rapport; car alors 100 parties de ce sel cristallisé ne contiendroient que 36 d'alcali, 60 d'acide et 4 d'eau. L'erreur de ce résultat vient évidemment de la même cause qui avoit trompé M. Wenzel dans l'expérience sur le sulfate de soude. La perte qu'il croyoit tenir à la vaporisation de l'eau, provenoit de la volatilisation d'une partie de l'acide.

Le résultat qu'a obtenu M. Wiegleb est beaucoup plus juste. Il a trouvé que 153 grains de nitrate de soude en contenoient 64 d'alcali et 89 de l'acide le plus fort; d'où il suit,

1°. que 100 parties d'alcali exigent, pour être saturées, 139 grains de l'acide le plus fort, et produisent 239 gr. de nitrate de soude; 2°. que 100 parties de ce sel contiennent 41,83 d'alcali et 58,17 de l'acide le plus fort. Il est remarquable que non-seulement l'acide nitrique existe en plus grande quantité dans le nitrate de soude que dans le nitrate de potasse, mais encore qu'il y est beaucoup plus concentré.

Du sel commun ou muriate de soude.

367 grains de la même solution alcaline contenant 50,05 d'alcali minéral non caustique, ont été saturés par 129 grains d'acide muriatique, dont la gravité spécifique étoit 1,1355. La perte occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique s'est trouvée, au bout de quelques heures, de 20 grains. En ajoutant 26 grains de plus d'eau et 4 de sel commun pur, la gravité spécifique de la solution étoit 1,0814 à la température de 60 degrés : d'après une expérience de comparaison, elle devoit contenir $\frac{1}{8,33}$ de sel. Le poids de la solution étoit 506 grains, et conséquemment la quantité de sel étoit $\frac{506}{8,33} = 60,74$ grains; mais comme il y a eu quatre grains de sel ajoutés, le poids du sel régénéré étoit seulement de 56,74. L'a-

cide employé contenoit 34 pour 100 d'étalon; par conséquent, 129 grains en contenoient 43,86; la quantité d'alcali pur étoit de 30,05 grains, le total des deux = 73,91 grains; cependant, il n'y a eu que 56,74 de sel formé; par conséquent, la différence ou 73,91 — 56,74 = 17,17 étoit de l'eau pure séparée de l'acide étalon; et si 43,86 grains de l'étalon perdent 17,17 grains par leur union avec l'alcali minéral, 100 grains de l'étalon en perdroient 39,14, et conséquemment le résidu, c'est-à-dire, 60,86 parties de l'acide le plus fort sont équivalentes à 100 de l'étalon ou à 48,4 de l'acide le plus fort, tel qu'il se trouve dans le muriate de potasse.

De-là, 1°. 100 parties d'alcali minéral pur absorbent 88,81 de ce fort acide qui équivalent à 145,92 d'étalon et produisent 188,81 de muriate de soude.

2°. 100 parties de muriate de soude contiennent à-peu-près 53 d'alcali et 47 d'un acide plus fort que l'étalon, dans la proportion ci-dessus mentionnée.

On ne tient nul compte de l'eau de cristallisation, parce qu'il paroît que le sel commun ou muriate de soude n'en contient pas: ce qui s'est évaporé par la chaleur, me paroît être purement accidentel. M. Vald, qui a suivi avec

accès toutes les opérations relatives au muriate de soude, assure que 911 grains de ce sel n'en perdent que 7,1 par décrépitation. M. Storr a trouvé qu'il ne perd rien à une chaleur au-dessous de 590°. Comme le sel commun ou muriate de soude ne se dissipe à aucun degré de chaleur pendant l'évaporation de sa solution, et comme il retient son acide à la plus forte chaleur, les résultats de MM. Wenzel et Wiegleb et particulièrement ceux du dernier s'accordent à très peu-près avec les précédens.

D'après M. Wenzel, 71,5 d'alcali minéral pur, sont saturés par 266,5 d'acide muriatique. Le résidu, après qu'on en eut séparé un grain de terre et qu'il eut été exposé à l'ignition, pesoit 131,5 grains. Cette quantité par conséquent contenoit 71,5 grains d'alcali et 60 grains de l'acide le plus fort. De-là 100 grains d'alcali minéral pur absorberoient près de 84 de l'acide le plus fort et produiroient 184 de sel commun ou muriate de soude.

2°. 100 parties de sel commun ou muriate de soude contiendroient 54,37 d'alcali et 45,63 de l'acide le plus fort.

D'après M. Wiegleb, 105 grains de muriate de soude contiennent 56 grains d'alcali et 49 de l'acide le plus fort. Ainsi 100 parties de ce sel contiennent 53 d'alcali et 46,5 d'acide; de-

là 100 parties d'alcali pur absorberoient 87,5 de l'acide muriatique le plus fort et produiroient 187,5 de muriate de soude; ce qui approche beaucoup de ma conclusion.

La proportion donnée par M. Bergmann diffère si fort de ces résultats, qu'il est impossible d'y donner aucune confiance. Il attribue à 100 parties de ce sel 42 d'alcali, 52 d'acide et 6 d'eau.

Des sels ammoniacaux.

Avant de procéder à l'analyse des sels formés par les acides minéraux, il est nécessaire d'examiner la composition de l'alcali volatil aéré (carbonate d'ammoniaque) que j'ai employé dans mes expériences.

La proportion que M. Bergmann assigne aux élémens qui forment ce sel, est de 12 grains d'eau, 45 d'air fixe ou acide carbonique et 43 d'alcali pur. Il ne dit nulle part comment il a reconnu cette proportion, et je ne connois d'autre méthode pour la déterminer avec exactitude, que celle du docteur Priestley, *volume II de sa nouvelle édition* (1).

D'après ses expériences, il paroît que deux mesures d'air alcalin (gaz ammoniaque) sont

---

(1) Page 389.

saturées et réduites à la forme concrète par une mesure d'air fixe ou gaz acide carbonique, à très-peu-près. Maintenant je trouve que 100 pouces cubiques de gaz ammoniaque pèsent 18,16 grains, et que 100 pouces cubiques de gaz acide carbonique pèsent 46,5. Supposons donc qu'une mesure contiennent 100 pouces cubiques ; alors deux mesures de gaz ammoniaque pèseront 36,32 grains et absorberont 46,5 de gaz acide carbonique, et le sel concret ainsi formé pesera 82,82. Mais si 82,82 parties de carbonate d'ammoniaque concret contiennent 36,32 d'ammoniaque pure, autant privés d'eau qu'il le peut être, 100 parties de sel concret contiendront 44 à-peu-près d'ammoniaque et 56 d'acide carbonique; et puisque les quantités de ces deux élémens doivent toujours être proportionnelles, le gaz ammoniaque ne pouvant pas être réduit à la forme concrète sans une proportion convenable de gaz acide carbonique, ni ce dernier sans une proportion convenable de gaz ammoniaque, il en résulte que connoissant la quantité d'acide carbonique contenue dans un poids donné de sel sec, on pourra toujours déterminer par la proportion ci-dessus la quantité d'ammoniaque qu'il contient. Or, cette quantité étant trouvée, la quantité d'eau qui excède celle contenue dans les gaz ammo-

niaque et acide carbonique, peut être également connue, puisqu'elle est le restant du poids donné du sel.

Du vitriol ammoniacal.

100 grains d'alcali volatil concret non caustique (carbonate d'ammoniaque) formé par la sublimation et dissous dans 1000 grains d'eau, ont été saturés par 132 grains d'acide sulfurique, dont la gravité spécifique étoit de 1,5654, et qui contenoient 61 pour 100 de l'acide étalon. La perte occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique s'est trouvée de 45 grains; par conséquent la quantité d'alcali pur étoit de 35,33 grains. La gravité spécifique de la solution à la température de 59 degrés étoit de 1,0627. D'un autre côté la gravité spécifique d'une solution de 100 grains de sulfate d'ammoniaque cristallisé, dans 821 grains d'eau à la température de 59 degrés, étoit également de 1,0627. La proportion de sel étoit donc la même dans les deux solutions, c'est-à-dire de $\frac{1}{9,21}$ du tout. Le poids de la solution qui contenoit le sel régénéré étoit de 1187 grains : ainsi la quantité de sel qu'elle contenoit étoit $\frac{1187}{9,21}$ = 128,881 grains; la quantité d'ammoniaque

pure étoit 35,35 ; la quantité d'acide étalon étoit de 80,52 grains ; le total des deux = 115,87. Le surplus, pour compléter les 128,881 qui forment le poids du sel, doit être l'eau montant à 13,011 grains.

Ainsi, 1°. 100 parties d'ammoniaque pure absorbent 227,7 grains de l'acide sulfurique étalon, et au moyen de l'eau qu'elles conservent, elles donnent 364,6 de sulfate d'ammoniaque cristallisé.

2°. 100 parties de sulfate d'ammoniaque cristallisé contiennent 27,42 d'ammoniaque pure, 62,47 d'acide étalon et 10,11 d'eau.

La méthode employée par M. Wenzel pour déterminer la proportion des élémens qui composent le sulfate d'ammoniaque, est très ingénieuse; mais il l'a obscurément rapportée, et elle ne me paroît pas avoir obtenu même sa propre confiance.

Il a jeté peu-à-peu dans une demi-once de son acide sulfurique (1) 160 grains de carbonate d'ammoniaque concret et sec; il a trouvé que la perte de poids étoit d'environ 86 grains; il en a conclu que cette quantité d'alcali contenoit 86 grains d'acide carbonique. Il n'y a

(1) Voyez une estimation de sa force dans l'article, Sulfate de potasse.

personne qui, ayant fait cette expérience, n'ait pu reconnoître que cette conséquence étoit fausse, car l'odeur d'ammoniaque indique évidemment qu'il s'en échappe en même-tems que l'acide carbonique, lorsque la liqueur n'est pas suffisamment étendue d'eau.

Dans une autre demi-once du même acide sulfurique il a versé goutte à goutte 336 grains d'ammoniaque ordinaire en liqueur : il a trouvé que la perte occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique étoit de 38 grains (1) ; d'où il a conclu que la quantité d'alcali réel étoit proportionnellement plus petite dans cette expérience que dans la première. Arrivé au point de saturation, il a évaporé doucement la solution, et il a exposé le sel nouvellement formé à une chaleur de 212° pendant quatre heures : il a trouvé alors qu'il pesoit 129 grains. Maintenant, comme l'acide sulfurique qu'il a employé contenoit 75,75 grains de l'acide le plus fort, il a supposé que le sel ainsi formé contenoit cette quantité d'acide le plus fort, et cette supposition est juste ; mais il a supposé ensuite que toute l'eau contenue dans l'acide et dans l'ammoniaque avoit été évaporée à une chaleur de 212° ;

---

(1) Il paroît que l'ammoniaque sur laquelle M. Wenzel a opéré n'etoit pas pure, mais mélangée de carbonate d'ammoniaque. (Note du traducteur.)

:e qu'on ne peut pas lui accorder : et comme l en infere que le résidu des 129 grains, c'est-à-dire, 53,26 grains, sont de l'alcali pur, il est évident que sa conclusion n'est pas dans ses prémisses; il est donc inutile d'examiner les conséquences qu'il en tire. D'après mon calcul, la quantité de sulfate d'ammoniaque qui résulteroit de l'expérience de M. Wenzel, seroit 135 grains; car 240 grains de son acide sulfurique contiennent 84,72 de mon acide étalon; et puisque 62,47 de ce même acide ètalon entrent dans la composition de 100 parties de sulfate d'ammoniaque, 84,72 entreroient dans celle de 135 grains de ce sel : six grains ont été probablement perdus pendant l'évaporation du sel de M. Wenzel, ou volatilisés avec l'acide carbonique.

Ni M. Bergmann, ni M. Wiegleb n'ont traité de ce sel; mais le docteur Priestley vient encore ici à notre secours : il trouve que deux mesures de gaz ammoniaque sont exactement saturées par une de gaz acide sulfureux; d'où il suit que 36,32 grains d'ammoniaque pure absorbent 70,2215 de l'acide sulfureux volatil le plus fort, et conséquemment 100 parties d'ammoniaque en absorbent 193. Le gaz acide sulfureux, en s'unissant à l'ammoniaque, dépose une partie de son soufre.

Du nitrate d'ammoniaque.

100 grains d'alcali volatil concret non caus-tique (carbonate d'ammoniaque) dissous dans 1000 parties d'eau, ont été saturés par 446 grains d'acide nitrique, dont la gravité spé-cifique étoit 1,1418 grains et qui contenoit 24,8 d'acide étalon. La perte occasionnée par le dégagement du gaz acide carbonique s'est trouvée de 43 grains; ce qui indique 53,8 d'alcali pur. (1) La gravité spécifique de la solution étoit 1,0401 ; ce qui, d'après une expérience de comparaison, m'a indiqué $\frac{1}{10,7}$ de sel cristallisé. Le poids de la solution étoit 1503 grains : ainsi la quantité de sel étoit $\frac{1503}{10,7} = 140,467$ grains, ce qui est un peu moins que la quantité d'ammoniaque pure et d'acide étalon employée : car la quantité d'am-moniaque est 53,8 et celle de l'acide étalon contenue dans les 446 grains de l'acide nitrique employé, est 110,608, et la somme des deux = 144,408; ce qui ne diffère que de 3,9:4 de la quantité du sel formé. Cette quantité doit

---

(1) Il semblerait ici y avoir une erreur dans le texte de M. Kirwan.

être celle de l'eau abandonnée par l'acide étalon; et si 110,608 grains d'étalon perdent 3,941 par leur union avec l'ammoniaque, 160 parties d'étalon perdront environ 3,5, et de-là 96,5 parties de ce fort acide sont équivalentes à 100 de l'étalon.

De-là, il suit aussi que 100 parties d'alcali volatil ou ammoniaque pure en absorberont 316 de ce fort acide nitreux, lesquelles seront équivalentes à 327,4 d'étalon, et produiront 416 de nitrate d'ammoniaque cristallisé.

100 parties de nitrate d'ammoniaque contiennent donc 24 d'ammoniaque et 76 de l'acide nitrique le plus fort, qui équivalent à 78,75 d'acide étalon.

Cependant je dois observer que comme le nitrate d'ammoniaque employé dans la solution d'épreuve n'avoit pas été purifié par une seconde cristallisation, il contenait un excès d'acide; ce qui doit avoir introduit une légère inexactitude dans l'expérience; mais je ne forme aucun doute que ce sel ne contienne au-dessus de 70 parties de l'acide le plus fort et au plus 28 d'ammoniaque.

D'après M. Bergmann, 100 parties d'ammoniaque pure absorbent 132 de l'acide nitrique le plus fort; mais ce résultat contredit la règle qu'il a lui-même posée, que les bases qui ont une plus foible attraction pour un acide quel-

conque absorbent plus de cet acide que n'en absorberoit une quantité égale d'une base qui exerceroit une attraction plus forte. Or, d'après les propres expériences de M. Bergmann, 100 parties de soude ou d'alcali minéral pur absorbent 135,5 de l'acide nitrique le plus fort; 100 parties d'ammoniaque pure devroient donc en absorber beaucoup plus. Il est donc évident qu'il s'est trompé faute d'avoir pris en considération la proportion d'eau qui entre dans la composition du carbonate d'ammoniaque concret.

M. Wenzel donne à ce sel une beaucoup plus grande proportion d'acide, quoique celle qu'il assigne me paroisse encore au-dessous de la réalité. D'après son évaluation, 41 parties d'ammoniaque pure saturées avec l'acide nitrique produisent 127 grains de nitrate d'ammoniaque séchés pendant quatre heures à une chaleur de 212 degrès : mais il faut remarquer que la décomposition de ce sel commence à une chaleur beaucoup plus foible, comme l'a observé M. Cornette, et qu'il se sublime à la chaleur de 254°. Cependant il suit de cette expérience que 100 parties d'ammoniaque pure absorbent 205 de l'acide nitrique le plus fort et produisent 305 de nitrate d'ammoniaque.

J'ai été curieux de répéter cette expérience d'après mon ancienne méthode, et j'ai obtenu le

le résultat suivant. J'ai saturé 200 grains d'alcali volatil concret non caustique (carbonate d'ammoniaque) avec de l'acide nitrique dont la gravité spécifique étoit 1,1538 : j'en ai employé 984 grains. La perte occasionnée par le dégagement du gaz acide carbonique s'est trouvée de 100 grains; la solution évaporée lentement à une chaleur de 70 degrés, ou au plus de 80, a produit une masse saline cristallisée pour la plus grande partie, qui pesoit 296 grains. Ici la quantité d'alcali pur ou d'ammoniaque, d'après la règle de proportion posée ci-dessus, étoit de 78,6 : or, si 100 parties d'ammoniaque pure en produisent 416 de nitrate d'ammoniaque, comme je l'ai déterminé pus haut, 78,6 auroient dû produire très-près de 327 ; cependant je n'en ai obtenu que 296 : par conséquent il y a eu 31 grains de perdus probablement pendant l'évaporation.

Du muriate d'ammoniaque ou sel ammoniac ordinaire.

100 grains d'alcali volatil aéré (carbonate d'ammoniaque) dissous dans 100 parties d'eau ont demandé pour leur saturation 246 grains d'un acide muriatique dont la gravité spécifique étoit de 1,1355, et qui contenoit, d'après ma table, 34 grains pour cent de l'acide étalon;

la quantité employée contenoit par conséquent 83,64 d'acide étalon. La perte occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique s'est trouvée de 43 grains ; par conséquent la quantité d'alcali ou ammoniaque pure étoit de 33,8 grains. La gravité spécifique de la solution saturée étoit de 1,0269, et le poids total de 1303 grains.

L'expérience ordinaire d'épreuve n'indiquoit que la solution contenoit $\frac{1}{10,67}$ de sel, et conséquemment que la totalité de la solution en contenoit $\frac{1303}{10,67} = 122,118$ grains.

A présent la somme de l'alcali ou ammoniaque pure et de l'acide étalon $= 117,44$; la différence entre ces deux quantités, c'est-à-dire 4,67, doit être l'eau unie à l'acide étalon.

D'où il suit, 1°. que 100 parties d'alcali ou ammoniaque pure absorbent 247,1 d'acide étalon, et doivent produire 361 de muriate d'ammoniaque cristallisé.

2°. Que 100 parties de muriate d'ammoniaque contiennent 27,62 d'ammoniaque, 68,49 d'acide étalon et 3,89 d'eau. Cependant, lorsque j'ai fait cette expérience d'après l'ancienne méthode, j'ai obtenu une beaucoup plus petite proportion de sel.

Ayant dissous 200 grains de carbonate d'ammoniaque dans 1800 grains d'eau, et l'ayant saturé avec le même acide muriatique qui demandoit 486 grains, et ayant reconnu que la perte de poids occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique étoit de 100 grains, j'ai fait évaporer la solution, et elle ne m'a donné que 224 grains de muriate d'ammoniaque. Maintenant la quantité d'alcali pur étant, d'après mon évaluation, de 78,6, elle auroit dû produire, d'après l'observation ci-dessus, 284,5 grains de muriate d'ammoniaque : il y a eu par conséquent une perte de 60,5 grains.

M. Wenzel attribue à 110 parties de muriate d'ammoniaque 56 d'ammoniaque et 54 d'acide; mais il est clair qu'il s'est trompé tant par une mauvaise évaluation de la quantité réelle d'ammoniaque contenue dans le carbonate d'ammoniaque que par la volatilisation d'une partie du sel durant l'évaporation de la solution saturée.

La suite dans le Numéro prochain.



EXT-AITS
DU SUPPLÉMENT
AUX ANNALES DE CHIMIE
DE CRELL,

Pour 1791;

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

M. RAPS de Cornouaille nous apprend que l'on trouve dans la Pyrotechnie de Vanuccio Biringuccion imprimée à Venise en 1550, la description suivante des procédés de l'amalgame :

Pulvérisez et broyez dans un grand mortier de fer les morceaux qui contiennent de l'or et de l'argent; réduisez-les en limon ; lavez et faites sécher ce résultat.

Quand on veut amalgamer, on humecte le limon avec du vinaigre ou une dissolution de sublimé, de vert-de-gris et de sel commun, dans l'eau ; on le met dans un moule, et on agite ensuite ce mêlange avec assez de mercure, pour qu'il en soit entièrement couvert.

Lorsque l'amalgame est fait, on lave le mélange pour en séparer les parties terreuses, et l'on sépare l'or, l'argent, le cuivre du mercure, en le passant à travers un sac de peau.

§. II.

M. Kunsen Muller s'est assuré par l'expérience, qu'un régule de cobalt, purifié de fer par la méthode de M. Harmbstadt, est aussi peu susceptible d'attraction que le sien.

§. III.

M. Weingartner essaya de retirer du phosphore des os, en combinant de l'acide phosporique avec du zinc, et en séparant le phosphore par la distillation. Voici le procédé qu'il a suivi, et qui ne lui a pas réussi :

Il a broyé six livres d'os calcinés et réduits en poudre avec six livres de potasse pure; il a fait calciner ce mélange, et il a lessivé le le produit de la calcination : il s'est précipité cinq livres 12 onces de terre.

La lessive a été saturée avec une livre huit onces d'acide sulfurique affoibli par quatre fois autant d'eau, et cette saturation a été mêlée à du sulfate de zinc. Il s'est fait dans ce mélange un précipité pesant trois onces $\frac{1}{2}$, et la dissolution évaporée a donné 4 livres 4 onces de sulfate de potasse.

Les trois onces ½ de précipité ont été broyées avec de la poudre de charbon et mises dans une cornue de Hesse qui communiquoit dans un récipient plein d'eau. Cette cornue a éprouvé un feu violent pendant cinq heures consécutives, sans qu'il se soit dégagé de phosphore.

M. Weingartner annonce que le procédé indiqué par Schéele pour retirer l'acide du treffle, n'est pas bien dispendieux et réussit très-bien en grand.

EXTRAIT

Du premier Supplément et du Cahier de Mai 1791, des Annales de Chimie de Crell;

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

ON trouve à Arten, dans le Weymar, parmi du charbon brun, un fossile jaune, mou, éclatant, diaphane, que M. Werner a nommé *honigstein*, pierre de miel. Les morceaux ordinaires sont de la grosseur d'un pois; ils sont très-souvent cristallisés et forment deux pyramides opposées. M. Bruckmann a trouvé que

ces cristaux se comportoient au feu comme le sulfate de chaux; ils y brûlent et deviennent blancs, tendus et feuilletés : ils ne produisent ni odeur ni vapeur pendant la combustion de la substance colorante.

§. II.

M. Fuscks a fait de l'éther acéteux en exposant huit onces d'acétite de plomb à un feu doux, jusqu'à ce que l'eau de cristallisation fût entièrement évaporée; il mit cet acétite desséché dans une cornue avec deux onces d'acide sulfurique, il versa dessus trois onces d'alcool bien rectifié, et obtint deux onces sept gros d'une liqueur qui lui donna une once d'éther. Il obtint du résidu deux onces dix grains d'une liqueur anodine végétale. Ce procédé est celui de M. de la Planche, apothicaire à Paris. Voyez *Chimie de Fourcroy, page 285, vol. IV.*

PRIX

Proposé par l'Académie des Sciences,

Pour l'année 1794.

Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et en général dans le règne minéral, les matériaux nécessaires à leur organisation.

Les animaux se nourrissent ou de végétaux ou d'autres animaux qui ont été eux-mêmes nourris de végétaux; en sorte que les matériaux dont ils sont formés sont toujours, en dernier résultat, tirés de l'air ou du régne minéral.

Enfin la fermentation, la putréfaction et la combustion rendent continuellement à l'air de l'atmosphère et au règne minéral, les principes que les végétaux et les animaux en ont empruntés.

Par quels procédés la nature opère-t-elle cette circulation entre les trois règnes? Comment parvient-elle à former des substances fermentescibles, combustibles (1) et putrescibles,

(1) Il est très-remarquable que les substances minérales combustibles se trouvent le plus souvent brûlées, ou au moins engagées dans des combinaisons où elles sont peu combustibles, et que les végétaux les séparent et se les approprient pour en former leurs matières inflammables.

avec des matériaux qui n'avoient aucune de ces propriétés.

La cause et le mode de ces phénomènes ont été jusqu'à présent enveloppés d'un voile presqu'impénétrable. On entrevoit cependant que puisque la putréfaction et la combustion sont les moyens que la nature emploie pour rendre au règne minéral les matériaux qu'elle en a tirés pour former des végétaux et des animaux, la végétation et l'animalisation doivent être des opérations inverses de la combustion et de la putréfaction. L'académie a pensé qu'il étoit tems de fixer l'attention des savans sur la solution de ce grand problême. Tandis qu'une commission qu'elle a nommée à cet effet, s'occupera sans relâche dans un local déjà disposé pour cet effet, des phénomènes de la végétation, elle a cru devoir s'aider du concours des savans de toute l'Europe, pour ce qui concerne la nutrition des animaux.

C'est dans toute l'étendue du canal intestinal que s'opère le premier degré de l'animalisation ou la conversion des matières végétales en matières animales. Les alimens reçoivent une première altération dans la bouche par le mêlange avec la salive; ils en reçoivent une seconde dans l'estomac par leur mêlange avec le suc gastrique; ils en recoivent une troisième

par le mêlange avec la bile et le suc pancréatique. Convertis ensuite en chile, une partie passe dans le sang, pour réparer les pertes qui s'opèrent continuellement par la respiration et la transpiration; enfin la nature rejette, sous la forme d'excrémens tous les matériaux dont elle n'a pu faire emploi. Une circonstance remarquable, c'est que les animaux qui sont dans l'état de santé, et qui ont pris toute leur croissance, reviennent constamment chaque jour, à la fin de la digestion, au même poids qu'ils avoient la veille, dans des circonstances semblables; en sorte qu'une somme de matière égale à ce qui est reçu dans le canal intestinal se consume et se dépense, soit par la transpiration, soit par la respiration, soit enfin par les différentes excrétions.

L'académie ne croit pas devoir présenter aux concurrens tout ce plan de travail sur l'animalisation, pour le sujet d'un seul prix; elle sait qu'il exige une suite immense de recherches qui ne sont peut-être pas susceptibles d'être faites par un seul homme, et sur-tout dans le tems qu'elle peut fixer pour ce concours; elle a donc cru qu'elle devoit choisir un des principaux traits de l'animalisation, et dans l'intention de les parcourir les uns après les autres, elle a d'abord fixé son attention sur l'influence du foie et de la bile.

On sait que le foie occupe une grande place dans le corps des animaux ; qu'une partie du systême vasculaire abdominal est destinée à ce viscère ; que le sang y est disposé d'une manière particulière, pour la sécrétion de la bile ; que l'écoulement de cette humeur doit se faire avec constance et régularité, pour l'intégrité de toutes les fonctions ; que le foie existe dans tous les ordres d'animaux, jusqu'aux insectes et aux vers ; qu'il est ou accompagné ou destitué de vésicule du fiel, suivant la nature de ces êtres ; qu'il y a des rapports essentiels entre la ratte, le pancréas et le foie : voilà les premières données que l'anatomie offre depuis long-tems aux spéculations des physiologistes ; mais elles ont été jusqu'à présent presque stériles en applications : on s'est presque uniquement borné à considérer les usages de la bile dans la digestion. Cependant des découvertes récentes sur la nature de cette humeur et de sa partie colorante, sur les concrétions, sur le parenchyme du foie, sur la composition huileuse de ce viscère, appellent toute l'attention des physiciens. Il est facile de prévoir qu'outre la sécrétion de la bile, ou plutôt, qu'avec la sécrétion de la bile, un appareil organique aussi important par sa masse, par ses connexions, par sa disposition vasculaire, que l'est celui du

foie, remplit un système de fonctions dont la science n'a point encore embrassé l'ensemble.

L'académie, en proposant ce sujet, en pressent toutes les difficultés, elle sait qu'il demande des connoissances anatomiques étendues et surtout une comparaison soignée de la structure du foie considéré dans les divers animaux; elle sait qu'il exige des recherches chimiques puisées sur-tout dans les nouveaux moyens d'analyse que possède aujourd'hui la chimie; elle sent et elle espère que ce travail obligera ceux qui s'y livreront à déterminer la nature du sang de la veine porte, à la comparer à celle du sang artériel et veineux des autres régions, à suivre cette importante comparaison dans le fœtus qui n'a que peu respiré, dans les animaux à sang froid, chez lesquels le foie très-volumineux paroît être d'autant plus huileux qu'ils respirent moins; à comparer le poids et la pesanteur spécifique de ce viscère dans les mêmes individus; à faire l'analyse de son parenchyme, ainsi que celle de la bile, dans quelques espèces principales de chaque ordre d'animaux; en un mot, elle apprécie l'étendue de ce sujet; mais elle connoît en même-tems le succès des sciences modernes; elle connoît le zèle de ceux qui les cultivent, et qui sont destinés à en aggrandir

e domaine; elle est persuadée qu'il est tems l'aborder les questions compliquées que présentent les phénomènes de l'économie animale, et que c'est de la réunion des efforts de la physique, de l'anatomie et de la chimie, qu'on peut se promettre maintenant la solution de ces grandes questions.

Elle attend donc des concurrens pour ce prix, 1°. un exposé comparé et succint de la forme, du volume, du poids et des connexions du foie et de la vésicule du fiel dans les diverses classes des animaux, depuis l'homme jusqu'aux insectes (1).

---

(1) On ne demande point une description anatomique détaillé; mais une simple comparaison générale de la structure, de l'étendue, de la connexion du foie. Il ne sera pas non plus nécessaire de suivre ce travail anatomique, non plus que l'analyse chimique, dans un grand nombre d'espèces d'animaux.

L'académie, en suivant à cet égard le même plan que pour son programme sur le nerf intercostal, propose aux concurrens de choisir dans les diverses classes d'animaux quelques-unes des espèces suivantes, considérées par rapport à leurs différences anatomiques.

L'homme, le fœtus, l'adulte, le vieillard.

Parmi les quadrupèdes, le singe, le rat, le lapin, le chien, le cochon.

Parmi les oiseaux, le coq d'Inde ou le coq, l'aigle ou la buse, le corbeau, la cygogne ou le héron, l'oie ou le cygne.

2°. L'analyse comparée de la bile dans ces différens animaux, en déterminant sur-tout la proportion et la nature des diverses substances qui la forment.

3°. Un examen également comparatif de la nature chimique du parenchyme du foie dans les mêmes espèces.

4°. Ce travail anatomique et chimique suivi dans quelques principales espèces d'animaux pris à différentes époques de leur vie, et sur-tout dans celles du fœtus et de l'adulte.

5°. Le résultat de toutes ces recherches relativement aux fonctions du foie et aux usages de la bile, leurs rapports avec les autres fonctions de l'économie animale; unique but que se propose d'atteindre l'académie.

6°. Sans rien exiger de positif et de suivi sur l'état pathologique du foie et de la bile, les auteurs pourront étayer leurs idées des principales altérations que les maladies présentent dans le système hépatique et biliaire, chez l'homme, les quadrupèdes et les oiseaux.

Parmi les quadrupèdes ovipares, la salamandre, la tortue, la grenouille.

Parmi les serpens, la couleuvre, l'orvet, la vipère.

Parmi les poissons, la raye ou l'ange, l'anguille, le flet, le brochet, la carpe, etc.

Quelques grosses espèces d'insectes ou de vers.

Quoique l'académie ait cru devoir fixer particulièrement l'attention des concurrens sur les fonctions du foie, elle avertit les auteurs que dans le cas où elle n'auroit pas reçu le mémoire qui remplit le but qu'elle se propose, elle accordera le prix à celui des concurrens, qui, sans embrasser le problême dans toute son étendue, lui offrira un travail intéressant ou des découvertes importantes sur quelques-unes des humeurs principales qui concourent à la digestion et à la nutrition, telles que la salive, le suc gastrique ou le suc pancréatique, ou même sur une humeur animale, dont la connoissance approfondie pourroit répandre un grand jour sur la physique des animaux.

Le prix sera de 5000 liv.

Les savans de toutes les nations sont invités à travailler sur ce sujet, et même les associés étrangers de l'académie. Elle se fait une loi d'exclure les académiciens régnicoles de prétendre à ce prix.

Ceux qui composeront, sont invités à écrire en français ou en latin, mais sans aucune oblition: ils pourront écrire en telle langue qu'ils voudront; l'académie fera traduire leurs mémoires.

On les prie que leurs écrits soient très-lisibles.

Ils ne mettront pas lenrs noms à leurs ou-

vrages, mais seulement une sentence ou devise; ils pourront, s'ils veulent, attacher à leur écrit un billet séparé et cacheté par eux, où seront, avec cette même sentence, leur nom, leurs qualités et leur adresse; et ce billet ne sera ouvert par l'académie qu'en cas que la pièce ait remporté le prix.

Ceux qui travailleront pour le prix adresseront leurs ouvrages, francs de port, à Paris, au secrétaire perpétuel de l'académie, ou les lui feront remettre entre les mains. Dans ce second cas, le secrétaire en donnera en même tems son récépissé, où sera marquée la sentence de l'ouvrage et son numéro, selon l'ordre ou le tems dans lequel il aura été reçu.

Les ouvrages ne seront reçus que jusqu'au premier janvier 1794 exclusivement: ce terme est de rigueur.

L'académie, à son assemblée publique d'après Pâques de la même année, proclamera la pièce qui aura remporté le prix: le trésorier délivrera les 5000 livres à celui qui lui rapportera ce récépissé.

S'il n'y a pas de récépissé du secrétaire, le trésorier ne délivrera la somme qu'à l'auteur même qui se sera fait connoître, ou au porteur d'une procuration de sa part.

ANNALES DE CHIMIE.

SEPTEMBRE 1792.

EXAMEN CHIMIQUE

De la sérosité produite par les remèdes vésicans (1) ;

Par M. Marguerон.

Lu à l'académie le 19 juin 1792.

On sait que les remèdes vésicans appliqués sur la peau y produisent de la chaleur, de l'inflammation, une douleur vive, et l'élévation de vessies remplies d'un liquide connu sous le nom de sérosité. En soumettant à l'examen cette liqueur, mon principal objet étoit de pouvoir

(1) Depuis la lecture de ce mémoire, j'ai examiné la sérosité que produisent les synapismes, les brûlures, la piqûre de certains insectes, enfin cette humeur qui est contenue dans les pustules des maladies cutanées. Je donne à la fin de ce mémoire l'extrait de l'analyse que j'ai faite de ces différens fluides.

faire connoître la nature de ce fluide et de déterminer à quelle espèce d'humeurs il pouvoit appartenir.

J'ai analysé ce liquide dans plusieurs circonstances : 1°. lorsqu'il a été produit par des sujets affectés de maladie putride; 2°. lorsqu'il m'a été fourni par des personnes en santé, à qui on avoit appliqué des vésicatoires pour des maladies locales, telles que des ophtalmies, des douleurs rhumatismales, et autres maladies où les humeurs ne sont point altérées.

II. Le sujet qui m'a fourni la sérosité que j'ai d'abord examinée, étoit jeune, d'une foible constitution et attaqué d'une maladie putride: une emplâtre vésicatoire appliquée aux jambes du malade produisit bientôt l'effet ordinaire: lorsqu'au bout de douze heures on leva l'appareil, on apperçut une vessie qui, ayant été ouverte, laissa découler une liqueur demi-transparente, d'une couleur ambrée; on y reconnut l'odeur des résines et des cambarides qui entrent dans la composition des vésicatoires : la pesanteur spécifique de ce fluide étoit plus grande que celle de l'eau distillée, et étoit à ce dernier comme 288 sont à 300 : ce fluide avoit une saveur salée et verdissoit la teinture des violettes : quelque tems après qu'il fut rendu, il s'y forma un réseau qui, se retirant

toujours sur lui-même, produisit une pellicule qui se précipita au fond du vase.

III. Pour connoître ce qui pouvoit donner lieu à cette séparation, j'eus recours à diverses expériences : dans un vase chauffé à 30 degrés, je reçus de la sérosité : dans un autre refroidi à 10 degrés, j'y reçus la même quantité de ce fluide; la formation de la pellicule a eu également lieu et dans le même espace de tems.

IV. Quelle que soit la manière dont on retire la pellicule que fournit la sérosité, voici quelles sont ses propriétés : elle est élastique, l'eau froide ne la dissout point, mais lorsqu'elle est bouillante, elle la crispe et lui donne de la consistance; elle est soluble dans la soude et la potasse privées de leur acide carbonique : les acides acétique, muriatique et sulfurique en opèrent aussi la dissolution : mise sur les charbons ardens, elle brûle en se boursoufflant, et répand une odeur de corne brûlée.

V. La sérosité dont on a séparé la pellicule, s'unit à l'eau froide et lui communique la propriété de mousser par l'agitation : l'eau bouillante lui donne une couleur laiteuse et y forme un précipité floconeux, et comme le blanc d'œuf, elle est propre à la clarification du sucre.

VI. Si on expose de la sérosité à l'action du

calorique, elle perd bientôt sa transparence et prend une consistance semblable à celle d'une gelée : ce *coagulum* est de couleur d'opale et sans continuité : desséché au bain-marie, il perd entièrement son humidité, devient transparent et cassant.

VII. Les acides ont plus ou moins d'action sur cette liqueur, suivant leur état de concentration : l'acide sulfurique étendu d'eau lui donne une couleur laiteuse due à la suspension d'un précipité très-divisé ; mais cet acide concentré y détermine un précipité floconeux qui se dissout dans la liqueur : les autres acides agissent de même.

VIII. Les alcalis n'opèrent rien de remarquable dans la sérosité lorsqu'elle est récente ; ils paroissent seulement en augmenter la fluidité, mais ils ont la propriété de dissoudre parfaitement le résidu de l'évaporation de la sérosité.

IX. L'acool versé dans cette liqueur y forme des flocons blancs : si on filtre ensuite la liqueur et qu'on l'évapore, on obtient un sel cristallisé en cube et un autre en dendrites. Le premier, traité par l'acide sulfurique, a donné du gaz acide muriatique ; il est resté après l'action de cet acide, du sulfate de soude : ce sel étoit donc du muriate de soude. Le second, traité

par le même acide, a donné du gaz acide carbonique; il est ensuite resté du sulfate de soude: ce dernier sel étoit donc du carbonate de soude.

X. Sans suivre plus loin l'examen de ce fluide, les différentes propriétés qu'on lui a reconnues, telles que celles de mousser avec l'eau, de se coaguler par l'eau bouillante, l'alcool, les acides et la chaleur, et les différens sels qu'il contenoit, ne laissent plus de doute qu'il peut être comparé à cette partie du sang connue sous le nom de *serum*. D'après ces considérations j'ai cru devoir examiner comparativement ces deux fluides.

XI. Comme on pouvoit supposer que les progrès de l'animalisation font naître des changemens dans les humeurs animales, soit dans leur nature, soit dans les proportions de leurs principes, je me suis procuré la sérosité des vésicatoires, et le *serum* du sang de sujets du même sexe, du même âge et de la même constitution, à quelques différences près qu'il est impossible de saisir : l'un des sujets qui a produit la sérosité des vésicatoires étoit attaqué d'une pleurésie; le *serum* du sang a été produit par un sujet où aucun symptôme de maladie n'avoit indiqué la saignée.

Dans l'examen de ces deux fluides je désignerai par sérosité celui qui est produit par les

vésicatoires, et par *serum* la liqueur qui se sépare après la coagulation du sang.

XII. J'ai reçu le *serum* et la sérosité dans des vases de verre de même forme et de même capacité : en examinant ces deux liqueurs, leur odeur ne m'a point paru être la même : celle du serum étoit peu sensible, dans celle de la sérosité on reconnoissoit l'odeur des résines et des cantharides que l'on fait entrer dans la composition de l'emplâtre vésicatoire. On remarquoit aussi une grande différence dans leur couleur ; celle du *serum* étoit d'un jaune verdâtre, celle de la serosité étoit ambrée ; leur transparence étoit la même : la fluidité du *serum* étoit plus visqueuse que celle de la sérosité : la pesanteur spécifique du *serum* avec la sérosité étoit comme 305 sont à 300. Ces deux fluides avoient une saveur salée et et verdissoient la teinture de violettes : le *serum* n'a point donné cette pellicule qu'a fournie la sérosité. On voit que parmi les propriétés de ces deux liqueurs, la sérosité paroît différer du *serum* par son odeur, sa couleur ambrée, sa pesanteur, et l'espèce de pellicule qu'elle donne au sortir des vessies.

XIII. Les expériences que je citerai dans le courant de ce mémoire, sont faites d'après celles qu'a faites M. Fourcroy sur différentes humeurs animales.

Le *serum* et la sérosité se mêlent avec l'eau froide, et lui donnent la propriété de mousser par l'agitation : avec l'eau bouillante ils ont pris une couleur laiteuse et ont formé un précipité floconeux. J'ai mis dans des vaisseaux de même forme placés dans un bain d'eau bouillante, une partie de ces deux fluides avec deux parties d'eau distillée; l'eau qui contenoit le *serum* du sang fut bientôt recouverte d'une pellicule que j'enlevai facilement, ainsi que celles qui ont paru ensuite : la sérosité des vésicatoires exposée au même bain a donné plus tard ces pellicules qui ont été en moins grande quantité. J'ai retiré les deux vases lorsque les liqueurs n'ont plus paru fournir de pellicules : elles avoient une saveur salée, l'alcool y déterminoit un précipité floconeux : ce précipité, ainsi que les pellicules, étoit de l'albumine.

XV. Les deux liqueurs dont j'ai séparé l'albumine par l'évaporation et l'alcool, mises à évaporer, ont donné par cristallisation du muriate de soude et du carbonate de soude. Dans cette opération j'ai remarqué que les pellicules qu'a données le *serum* étoient blanches; que celles de la sérosité avoient une couleur d'opale. Leur produit en poids étoit aussi différent : du reste elles jouissoient des mêmes propriétés.

XVI. Si on expose ces liqueurs à une cha-

leur inférieure à celle de l'eau bouillante, elles perdent leur transparence, on voit des filets se former, et les liqueurs prennent aussi-tôt une concrétion opaque : celle du *serum* étoit blanche et avoit beaucoup de consistance; celle de la sérosité étoit ambrée et avoit moins de solidité.

XVII. En distillant à la cornue ces deux fluides, on obtient les mêmes produits qui sont, 1°. un flegme insipide, 2°. une eau chargée d'ammoniaque, 3°. de l'huile empyreumatique, 4°. de l'hydrogène carboné, 5°. du carbonate d'ammoniaque, 6°. il reste des charbons qui, lessivés, ont donné du muriate de soude et du carbonate de soude.

XVIII. Les charbons lessivés, mis dans un creuset et exposés au feu, ont laissé des cendres blanches que l'acide nitrique dissolvoit. Ces dissolutions s'étoient précipitées par l'eau de chaux, elles formoient avec l'acide oxalique un précipité formé par l'acide employé et la terre calcaire; les liqueurs filtrées et rapprochées par l'évaporation ont laissé un résidu qui, chauffé au chalumeau, formoit un globule dont la dissolution dans l'eau distillée précipitoit l'eau de chaux; ce qui prouve que ces cendres étoient composées de chaux et d'acide phosphorique.

XIX. Les acides ont une action plus ou moins sensible sur ces fluides, suivant leur état de con-

centration; l'acide sulfurique, lorsqu'il est étendu d'eau, y occasionne un sédiment floconeux; mais lorsqu'il est concentré, il dissout le précipité qu'il forme : les acides nitrique et muriatique agissent de même.

XX. Les alcalis paroissent augmenter la fluidité du *serum* et de la sérosité, sur-tout lorsque ces sels sont dépouillés de leur acide carbonique; dans cet état ils dissolvent aussi le résidu de l'évaporation de ces deux liqueurs.

XXI. L'alcool mêlé à ces deux fluides y détermine un précipité formé par l'albumine. En filtrant ces mêlanges, et les rapprochant par l'évaporation, on obtient du muriate de soude et du carbonate de soude.

XXII. Ces deux liqueurs à quantité égale, exposées dans des vaisseaux de même forme, à une même température, se dessèchent et laissent un résidu écailleux où on reconnoît la présence des sels dont j'ai déjà parlé : dans cette expérience la sérosité a plus perdu de son poids que le *serum*.

XXIII. Exposées à une température humide, elles perdent leur transparence, se couvrent de pellicules, donnent une odeur analogue à celle du poisson qui commence à se pourrir; leur couleur devient plus foncée, dans cet état elles ont encore la propriété d'être coagu-

lées par le feu, l'alcool et les acides : les alcalis et la chaux en dégagent de l'ammoniaque ; à cette première odeur succède une odeur fétide, et enfin il se forme à leur surface une légère moissisure : si on change ces deux fluides d'atmosphère, ils se dessèchent et laissent une matière molle, d'une couleur très-ambrée.

XXIV. Il résulte de ces expériences que le *serum* du sang et la sérosité des vésicatoires contiennent chacun sur 200 parties,

Serum.

1o. Albumine.	40
2o. Muriate de soude.	4
3o. Carbonate de soude.	3
4o. Phosphate de chaux.	2
5o. Eau.	151
Total.	200

Sérosité.

1o. Albumine.	36
2o. Muriate de soude.	4
3o. Carbonate de soude.	2
4o. Phosphate de chaux.	2
5o. Eau.	156
Total.	200

XXV. Les expériences qui viennent d'être

rapportées ayant fait connoître que la sérosité differoit du *serum* par sa coulenr ambrée, il restoit à découvrir si cette couleur étoit due à la maladie dont étoit affecté le sujet qui avoit fourni la sérosité, ou bien à l'action des vésicans. Pour m'en assurer, j'ai cru devoir faire une analyse comparative de plusieurs sérosités, les unes produites de sujets affectés de maladie putride, les autres de sujets en santé à qui on avoit appliqué des vésicatoires pour des ophtalmies et autres maladies locales. Je me suis procuré ces liqueurs dans l'infirmerie de l'hôtel des Invalides, et dans l'examen que j'en ai fait, j'ai trouvé dans l'une et l'autre les mêmes caractères ; ce qui prouve que c'est à la réaction des vésicans sur la sérosité qu'il faut attribuer cette couleur : plusieurs causes semblent y concourir: la chaleur, l'inflammation que produisent ces remèdes, la déviation plus ou moins prompte de la sérosité, qui dépend du mouvement des fluides et du rapport de ces derniers avec les vésicans, paroissent être la cause de cette couleur. D'après ces expériences, je crois avoir prouvé que la sérosité produite par les remèdes vésicans est semblable au *serum* du sang dont elle paroît être extraite.

ADDITION au Mémoire précédent.

L'ANALOGIE que j'avois trouvée entre la sérosité des vésicatoires et le *serum* du sang me fit présumer que je pourrois la trouver dans la sérosité que produisent les synapismes, les brûlures, etc.

Une personne fut attaquée à la poitrine d'un accès de goutte très-violent ; on appliqua aussitôt à un des pieds du malade un synapisme qui produisit une vessie remplie de sérosité ; ses propriétés physiques ont été les mêmes que celles du *serum*, et comme ce dernier, elle se coaguloit par la chaleur, les acides et l'alcool.

Une personne eut une jambe brûlée par de l'eau bouillante qui produisit l'élévation de plusieurs vessies ; j'en perçai plusieurs pour obtenir la liqueur qu'elles renfermoient ; cette liqueur étoit légèrement ambrée, avoit une pesanteur spécifique semblable à celle de l'eau distillée ; elle verdissoit la teinture des violettes ; l'eau bouillante y occasionnoit un précipité floconneux ; enfin la chaleur, les acides et l'alcool la coaguloient. J'avois laissé plusieurs vessies sans les ouvrir, afin d'examiner quelle espèce d'altération éprouveroit cette liqueur ; après quelques jours je les ouvris, et j'apperçus dans

l'intérieur une matière d'une transparence opaque et d'une consistance gélatineuse ; elle se dissolvoit dans l'eau, et cette dissolution avoit les propriétés d'être coagulée par les moyens connus. Il paroît que cette substance ne devoit son état gélatineux qu'à l'évaporation de l'eau de la sérosité.

On sait que plusieurs insectes, lorsqu'on les touche, ont la propriété d'occasionner sur la peau des ampoules remplies ordinairement de sérosité : effet qu'ils produisent, soit en piquant la partie sur laquelle ils posent, ou en lançant une liqueur qu'ils ont dans un réservoir particulier.

Un enfant s'étoit amusé à ramasser avec ses doigts de grosses fourmis des bois ; dans l'espace de deux ou trois heures il se produisit des ampoules aux extrêmités de ses doigts : en perçant ces vessies, il en découloit une liqueur un peu ambrée, qui avoit entièrement les propriétés du *serum*.

Dans les hôpitaux on voit assez communément des sujets attaqués d'une galle dont les pustules sont fort grosses, et dont on peut faire sortir une espèce d'humeur. Une personne attaquée de cette maladie a bien voulu me procurer de cette humeur, à laquelle elle donnoit facilement issue en pressant ces pustules avec

ses ongles sur la surface d'un plateau de verre. Cette liqueur est d'un blanc sale, quelquefois opale, elle se mêle à l'eau froide, elle devient laiteuse avec l'eau bouillante, et se coagule par le feu, l'alcool et les acides.

Il résulte de ces expériences comparatives que les différentes sérosités produites par les remèdes vésicans, les synapismes, les brûlures, la piqûre des insectes, enfin l'humeur des maladies cutanées, paroissent être extraites du *serum* du sang, puisqu'elles en ont toutes les mêmes propriétés.

Suite du Mémoire sur la force des Acides et sur la proposition des substances qui composent les sels neutres;

Ouvrage traduit de l'anglais de M. KIRWAN, par Madame L.

De la relation de l'acide nitrique et de la terre calcaire.

A 400 grains d'acide nitrique dont la gravité spécifique étoit 1,2754, j'ai ajouté graduellement, à la température de 58 degrés, du marbre statuaire blanc réduit en poudre fine, et dont le grain dans sa cassure ressembloit à celui du

sucre : 136 grains de ce marbre ont complettement saturé l'acide en deux jours. La perte occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique s'est trouvée de 61 grains, c'est-à-dire de près de 45 pour cent. Cette proportion d'air est beaucoup plus grande que celle que j'avois trouvée quelques années auparavant; mais alors je me contentois de faire dissoudre le marbre dans l'acide sulfurique étendu d'eau, sans employer la chaleur : or il arrivoit sans doute que l'acide ne pénétroit pas toute la masse, attendu qu'il se forme, dans les premiers instans de la dissolution, une croûte de sulfate de chaux qui arrête l'action de l'acide et en garantit une portion du marbre.

L'acide qui m'a servi dans cette expérience contenoit 45,7 pour cent de mon acide étalon; donc les 400 grains employés contenoient 182,8 parties de ce même acide étalon; et puisque 182,8 parties d'étalon absorbent 136 de ce marbre, 100 parties d'étalon en absorberoient 74,4.

Cette expérience m'offroit une occasion favorable pour comparer avec les expériences de M. Cawendish les proportions d'acide nitrique réel indiquées par ma table, d'après les différentes pesanteurs spécifiques indiquées par mon acide étalon.

Cet exact philosophe trouve que l'acide nitrique dont la gravité spécifique, à une température de 58, est de 1,4923, dissous $\frac{1}{1,42}$ de son poids de marbre; d'où il suit que 100 parties en dissolveroient 70,42. Maintenant, d'après ma table, 100 parties de cet acide contiennent 91,7 parties d'acide étalon; et puisque 100 parties d'étalon dissolvent 74.4 de marbre, 91,7 parties en dissoudroient 68,22: c'est de cette manière que j'ai comparé les autres résultats.

Gravité spécifique de 100 parties d'acide nitrique.	Marbre dissous par M. Cawendish.	Marbre dissous d'après ma table.
1,4923	70,42	68,22
1,4371	58,20	57,28
1,4040	53,00	52,45
1,4033	53,00	52,30

Les différences que présente le tableau ci-dessus sont très-petites et peuvent venir en partie des imperfections de la table et en partie de la différence des marbres employés. On voit que celui qui a servi à M. Cawendish étoit un peu différent du mien, puisqu'il ne s'en est dégagé que 40.7 pour cent d'acide carbonique.

Il est difficile de déterminer la quantité précise

cise de terre calcaire pure ou de chaux qui entre dans la composition du marbre ou de toute autre pierre calcaire, à cause de la quantité d'eau qu'on suppose qu'elles contiennent. Le marbreque j'ai examiné contenoit trois pour cent d'un mêlange d'argile et de quelques parcelles de cristaux, qui rendoient la solution trouble lorsqu'elle étoit à plus de moitié saturée ; mai j'ai formé cette proportion d'après une solution du même marbre dans l'acide muriatique. Si le marbre ne contenoit pas d'eau, il seroit facile de connoître la quantité de terre calcaire pure ou de chaux qu'il renferme : car puisque la quantité d'acide carbonique qui s'en dégage est de 45 grains, celle de la terre seroit de 55, et déduisant 3 pour les terres étrangères, la terre calcaire pure seroit 52. M. du Coudray est la seule personne, autant que je me le rappelle, qui ait déterminé la quantité d'eau contenue dans le marbre blanc (1), mais son expérience est défectueuse. Le docteur Waslon (2) n'en a point découvert par la distillation, même du spath calcaire. Quant à moi, j'ai distillé une solution de marbre dans l'acide nitrique à siccité; j'en ai chassé tout l'acide, car la terre étoit

(1) 5. Rozier, page 280.
(2) 2. Waslon, page 252.

convertie en chaux; mais je n'ai pu réussir à en déterminer le poids, n'ayant pu rassembler la totalité, parce qu'une partie restoit attachée à la cornue. Mais M. Darcet, ayant calciné un morceau de marbre blanc de Carrare à la plus forte chaleur d'un fourneau de porcelaine, a reconnu qu'il ne perdoit que $\frac{4}{10}$ de son poids, quantité exactement semblable à cellequi seperd dans la dissolution par les acides. Ce qui me semble prouver décidément que le marbre ne contient point d'eau (1). Alors si 100 parties de ce marbre contiennent 52 de chaux pure, 74 parties en contiendront 38,68, et celles-ci absorberont 100 parties d'acide nitrique étalon, et par conséquent 100 parties de chaux absorberont 258,5 du même acide étalon.

M. Lavoisier, en discutant la cause de cette mémorable controverse que ses expériences ont fermée pour toujours, a dissous une grande quantité de craie dans un acide nitrique dont la gravité spécifique étoit 12,989; il a trouvé que 1153 grains, poids de troy, de craie qui contenoient 606,47 de chaux, demandoient 2835 de cet esprit de nitre pour leur solution.

Maintenant 100 parties de cet esprit de nitre contiennent, suivant ma table, 49,6 d'acide éta-

(1) 22. Rozier, page 23.

lon, et conséquemment la quantité ci-dessus en contient 1406,16. Or si 606,47 grains de chaux absorbent 1406,16 d'acide étalon, 100 grains en absorberoient 232; ce qui paroît inférieur à mon estimation. Mais il faut se ressouvenir que j'ai déduit trois grains pour cent pour la terre étrangère mêlée avec le marbre, et il est certain que la craie est plus impure. Si donc elle contient moins de chaux, elle doit proportionnellement absorber moins d'acide étalon. La proportion de terre étrangère peut même être, jusqu'à un certain point, déterminée dans cette expérience, et il paroîtroit que la craie employée par M. Lavoisier ne contenoit que 46,5 pour cent de son poids de terre calcaire réelle ou de chaux.

Les expériences de M. Wenzel sur les terres calcaires sont tellement influencées par son opinion sur la présence de l'*acidum pingue* ou *causticum*, qu'on ne peut en tirer aucune conclusion précise.

De la relation entre l'acide muriatique et les terres calcaires.

158 grains de marbre en poudre ont été absorbés et saturés par 402 grains d'acide muriatique dont la gravité spécifique étoit 1,1355. Cet acide contenoit 0,34 de son poids de l'a-

cide étalon, et conséquemment la quantité totale employée contenoit 136,68 de ce même acide étalon. De-là il suit que 100 parties de marbre saturent 86,5 de l'acide muriatique étalon. Vers la fin de l'opération j'employois une chaleur de 160 degrés, pour obtenir une parfaite solution.

De la proportion de terre calcaire pure ou de chaux ci-dessus déterminée, il résulte que 158 grains de ce marbre ne contiennent que 82,26 parties de cette terre pure ou de chaux. Ainsi 82,26 parties de chaux absorbent 86,5 d'acide étalon : par conséquent 100 parties de chaux en absorberoient 104,72.

D'après M. Wenzel, 100 parties de chaux absorbent 103,6 de l'acide muriatique le plus fort; mais les circonstances étoient très-différentes de celles dans lesquelles il avoit d'abord déterminé son degré de concentration.

De la sélénite vitriolique ou sulfate de chaux.

J'ai ajouté à 225 grains d'acide sulfurique concentré dont la gravité spécifique étoit 1,5654, 223 grains d'eau. J'ai pris de ce mélange 439 grains auxquels j'ai ajouté graduellement et à différens tems 152 grains de marbre blanc réduit en poudre fine. J'ai exposé cette combinaison à une douce chaleur de bain de sable,

en ajoutant de tems en tems de l'eau pour remplacer celle qui s'évaporoit. La saturation a été complette au bout de dix jours.

La quantité d'acide employée contenoit 134 grains de l'acide étalon. Ainsi 100 grains d'acide étalon absorbent 113,4 de marbre, et 100 parties de marbre demandent, pour être saturées, 88,17 grains de l'acide sulfurique étalon. Mais 100 parties de ce marbre contiennent 52 de chaux : donc 100 parties de chaux absorbent 169,55 d'acide étalon sulfurique.

La sélénite ou sulfate de chaux ainsi obtenue, étant évaporée à siccité au bain de sable, à une chaleur qui n'excédoit pas 170°, étoit d'une consistance compacte, mais peu dure, farineuse au toucher et d'une couleur rouge brunâtre à la surface; elle pesoit 242,25 grains. De ce poids 79 grains étoient de la terre calcaire pure ou chaux, 134 étoient de l'étalon acide sulfurique, 5 de la terre étrangère, et le reste, c'est-à-dire, 24 grains, étoient de l'eau. Ainsi 100 grains de sulfate de chaux dans cet état contiennent 32,9 de terre calcaire pure ou chaux, 55 d'acide étalon, et 12,1 d'eau; mais cette détermination n'est pas précise, l'argile devant avoir pris une partie de l'acide.

M. Cawendish ayant dans plusieurs circonstances cherché la relation entre la gravité spé-

cifique de l'acide sulfurique concentré et la quantité de marbre qu'il peut dissoudre il sera convenable de comparer ses résultat avec ma table (1).

100 parties d'acide sulfurique.	marbredissous par M. Cawendish.	Marbre dissous suivant ma table.
1,8437	98	99,9
1,5596	65,4	68
1,7800	84,8	93,6

La différence dans le dernier résultat paroit considérable; la raison en est que M. Cawendish a fait l'expérience dont il insère la force de son acide, avec du salfate de plomb, quoiqu'il ait exprimé ce rapport par la quantité de marbre qu'il a estimé qu'il de voit dissoudre.

J'ai aussi essayé de déterminer la quantité d'acide sulfurique étalon dont le marbre dissous muriatique ou nitrique. Pour cet effet j'ai graduellement ajouté 1,5654 grains (2) d'acide auroit besoin pour être précipité de ses solutions sulfurique affoibli dans une dissolution de 158 grains de marbre dans l'acide muriatique ci-

(1) Transactions Philosophiques, 1786, page 245, et 1783, page 181.

(2) Il paroit y avoir erreur dans le texte de M. Kirwen-

dessus mentionné. Cette opération est très-ennuyeuse, parce que le sulfate de chaux étant en grande partie soluble dans l'acide muriatique ou au moins dans le muriate de chaux, il faut des évaporations fréquentes et des lavages répétés. Cependant il m'a paru que 253,5 grains de l'acide suffisoient pour précipiter la totalité de la chaux dissoute. Or 253,5 grains de cet acide contenoient 154,33 de l'acide étalon : par conséquent 100 grains de marbre demandent pour leur précipitation, de l'acide muriatique, 102 grains de l'acide sulfurique étalon, ou plutôt évaluant que le marbre contient 52 pour cent de chaux, 100 grains de terre calcaire pure ou de chaux demandent, pour leur précipitation, de l'acide muriatique, 124,14 d'étalon sulfurique. Peut-être la différence entre la quantité demandée dans ce cas et celle jugée nécessaire pour la combinaison directe, vient-elle de ce que la terre argilleuse reste intacte dans ce cas, attendu qu'on n'ajoute plus d'acide lorsque la décomposition cesse d'être visible, au lieu qu'on en ajoute suffisamment pour la dissoudre et la saturer dans le premier cas.

J'ai pensé qu'il pouvoit encore être intéressant de précipiter la dissolution nitreuse de marbre ci-dessus par une solution de sulfate de potasse. Cette dissolution contenoit 135 grains

de marbre; il a fallu 174 grains de sulfate de potasse pour opérer la précipitation : or 135 grains de marbre contiennent 70,2 de terre calcaire pure ou chaux, et 174 grains de sulfate de potasse en contiennent 87 d'acide sulfurique étalon; d'où il suit que si 70,2 grains en demandent 87, 100 en demanderont 123,93 à-peu-près, résultat semblable à celui qu'on obtient lorsqu'on emploie l'acide non combiné. Cette expérience est par conséquent une preuve de l'exactitude d'une partie de mes premières déterminations.

Le sulfate de chaux ainsi obtenu, étant aussi séché qu'il peut l'être sans perdre néanmoins son brillant soyeux, pesoit 205,25 grains; d'où il suit que 100 parties devoient contenir 34 grains de chaux, 43 d'acide étalon et 23 d'eau. Cette détermination qui diffère considérablement de la première, paroît être plus exacte, parce qu'en dissolvant le marbre, une partie de l'acide est nécessairement absorbée par la terre argilleuse qu'il contient, tandis que dans l'autre cas il n'entre en compte que l'acide combiné avec la terre précipitée, c'est-à-dire avec la chaux. La proportion d'eau est aussi différente, parce que la dessication n'a pas été poussée assez loin.

Selon M. Bergman, 100 parties de gypse

ou sulfate de chaux contiennent 32 grains de terre, 46 d'acide et 22 d'eau. S'il entend parler d'un acide de la même force que celui contenu dans le sulfate de potasse (ce qu'on doit supposer, ou l'expression est ambigue), il s'est certainement trompé; car alors 115 parties de sulfate de potasse contiendroient la même quantité d'acide que 100 parties de gypse, tandis que par la dernière expérience, il paroît que 84 parties de sulfate de potasse sont dans un rapport égal à 100 parties de gypse ou sulfate de chaux.

Du sel d'Epsom ou sulfate de magnésie.

Il est généralement reconnu que la magnésie aérée ordinaire ou carbonate de magnésie perd au-delà de la moitié de son poids par la calcination à une chaleur rouge, en raison de l'eau et de l'acide carbonique qui lui étoient inhérens, et qui sont chassés par le feu. Le docteur Black, dont les recherches heureuses concernant la nature de cette terre ont posé les fondemens de la plus grande partie des découvertes modernes en chimie, a trouvé qu'elle perdoit environ 51 pour cent, M. Butini de Genève 59, M. Wenzel 58, M. Bilhabar 65, et M. Bergman 55. Comme le carbonate de magnésie perd une petite partie de la terre, lorsqu'on le cal-

cine dans un vaisseau ouvert, ainsi que l'a découvert M. Tingry, peut-être convient-il de s'en rapporter à la détermination de M. Bergman, comme étant à-peu-près la moyenne entre les résultats obtenus par les autres chimistes.

Une solution de 100 grains de sel d'Epsom cristallisé (sulfate de magnésie) dans 929 grains d'eau, avoit à la température de 56° une pesanteur spécifique de 1,0448; le poids du sel étoit par conséquent $\frac{1}{10,26}$ du poids total de la dissolution.

J'étendis alors dans 599 grains d'eau, 50 d'acide sulfurique dont la gravité spécifique étoit 1,5654, et qui, d'après la table, contenoit 0,61 de son poids de l'acide étalon. Je saturai cet acide ainsi étendu avec 35 grains de carbonate de magnésie, et l'ayant ramené à la température de 56 degrés et à la pesanteur spécifique de 1,0448 par une addition de 278 grains d'eau, son poids total s'est trouvé de 949 grains. Alors $\frac{1}{10,26}$ de ce poids $=$ 92,4949 grains étoit du sel d'Epsom ou sulfate de magnésie régénéré. La quantité de terre pure étoit $3,5 \times 4,5 = 15,75$, celle de l'acide étalon étoit 30,5, et le reste $=$ 53,75 devoit être de l'eau.

De-là, 1°. 100 parties de sulfate de magnésie

istallisé contiennent 17 grains de terre, 32,97 acide étalon, ou, en nombre rond, 17 grains e terre, 33 d'acide étalon, et 50 d'eau.

20. 100 parties de magnésie pure absorbent 94 d'acide sulfurique étalon, et produisent 89 de sel d'Epsom ou sulfate de magnésie ristallisé.

M. Bergman trouve que 100 grains de ce nême sel sont composés de 19 parties de terre, 33 de l'acide le plus fort et 48 d'eau; d'où il uivroit que 100 parties de cette terre devroient ıbsorber 173 à-peu-près de l'acide le plus fort, et produire 526 parties de sel d'Epsom cristallisé ou sulfate de magnésie.

Ici la différence entre nos résultats est en apparence très-petite, puisqu'elle ne tombe que sur la terre et l'eau, et qu'elle ne va qu'à deux parties de moins de l'une et de l'autre; mais quoique notre expression relativement à la proportion de l'acide soit la même, cependant notre opinion est très-différente; car il entend que ce sont 33 parties d'un acide de la même force que celui qui est dans le sulfate de potasse, tandis que j'entends parler de l'acide sulfurique étalon qui est beaucoup plus foible; et en effet 100 parties de sel d'Epsom ou sulfate de magnésie ne contiennent que 29 parties d'un acide du même degré de concentration que celui trouvé

dans le sulfate de potasse. Ceci facilite l'explication d'une circonstance qui a paru très-singulière à M. Bergman. En traitant le sulfate de magnésie, il a observé que quoique 45 parties d'alcali végétal caustique fussent nécessaires pour décomposer 100 parties de sulfate de magnésie, il ne pouvoit obtenir que 30 parties de sulfate de potasse. Néanmoins, d'après sa propre détermination des parties composantes de ces deux sels, il auroit dû y avoir de formé 82 grains de sulfate de potasse; car, d'après son évaluation, 40 parties de l'acide sulfurique le plus fort combinées avec une suffisante quantité d'alcali végétal ou potasse formeroient 10 parties de sulfate de potasse; par conséquent 33 parties de cet acide qui existent dans 100 parties de sulfate de magnésie, rencontrant plus d'alcali qu'elles ne peuvent en absorber, devroient produire 82 grains de sulfate de potasse, et cependant on ne peut obtenir que 30 grains de ce sel. M. Bergman attribue ce phénomène à un excès d'alcali qui empêche le surplus du tartre vitriolé, c'est-à-dire 52 parties, de cristalliser. Cependant par son propre calcul cet excès ne devroit monter qu'à deux grains; car puisque d'après lui 40 parties de l'acide en absorbent 52 d'alcali, 33 parties du même acide doivent en absorber 42,9, et la quantité d'alcali totale

est que 45. Ce phénomène s'explique plus fa-
ement d'après les proportions que j'ai don-
es des parties constituantes du sulfate de po-
sse et de celui de magnésie ; car 100 parties
sulfate de magnésie contiennent 33 parties
acide sulfurique étalon qui sont équivalentes
29 parties d'un acide pareil à celui qui existe
ıns le sulfate de potasse. Or cette quantité d'a-
de ne devroit produire que 64 parties de sul-
te de potasse, lesquelles ne contiennent que
5 parties d'alcali pur. Par conséquent 10 par-
es d'alcali restent sans être combinées, les-
ıelles peuvent embarrasser la cristallisation de
4 grains de sulfate de potasse ; en supposant
outefois qu'il y en ait cette quantité de plus
e formée, ce qui est douteux, 45 parties d'al-
ali ne peuvent pas fournir un excès tel qu'il
eroit nécessaire pour décomposer les dernières
ortions de sulfate de magnésie.

Cette expérience me paroît une preuve con-
aincante qu'il y a inexactitude dans les pro-
ortions déterminées par M. Bergman, des
arties constituantes du sulfate de potasse et
le celui de magnésie.

M. Wenzel nous apprend que 240 grains de
on acide sulfurique ont été saturés par 100
grains de magnésie aérée ou carbonate de ma-
gnésie, et que cette dissolution lui a donné 247

grains de sulfate de magnésie cristallisé : l
240 grains de magnésie qu'il a employés o
éprouvé une perte de 140 grains à une chale
rouge long-tems continuée.

De-là il conclut que dans une demi-on
de sulfate de magnésie les proportions sont
40,5 grains de terre pure, 73,6 de l'acide
plus fort, et 126 d'eau; d'où il suivroit que 10
parties de sulfate de magnésie contiendroi
16,87 de terre, 30,66 d'acide et 52 d'eau. C
résultat ne diffère pas beaucoup du mien,
nous avons déjà vu que 31,5 du fort acide d
M. Wenzel sont équivalens à 35,3 d'étalon; pa
conséquent 30,66 équivaudroient à 34,3 d
mon acide étalon, et le reste, c'est-à-dir
51,13 seroit de l'eau.

De la rélation de l'acide nitrique avec l
magnésie.

Je trouve que 100 parties de magnésie pur
en absorbent 286 de mon acide nitrique éta
lon.

M. Wenzel trouve que 77 grains de ma
gnésie aéré ou carbonate de magnésie satu-
rent 140 grains de son acide nitrique qui con-
tenoit 82,5 de l'acide le plus fort; de-là i
conclut que comme sa terre contient 0,417 de
son poids de terre pure, 100 parties de terre

ure doivent absorber 257 de son acide le plus
ort : mais si nous supposons que la magnésie
iérée ou carbonate de magnésie contient 0,45
le son poids de terre pure, alors 34,65 parties
ibsorberoient 82,5 de son acide le plus fort,
it 100 en absorberont 238½ grains qui équiva-
lent à 264 de mon acide étalon.

De la relation de l'acide muriatique avec la magnésie.

D'après mes expériences, 100 parties de magnésie pur absorbent 215,8 de mon acide muriatique étalon. Suivant M. Wenzel, 106 grains de magnésie pure aérée ou carbonate de magnésie saturent 240 grains de son acide muriatique, lesquels contiennent 54 grains de son acide le plus fort équivalent à 112 de l'étalon. Mais si 110 grains de sa magnésie ne contenoient que 45 grains de terre pure, 106 n'en devoient contenir que 47,7 et dans ce cas 100 parties de magnésie pure absorberoient 234 grains de mon acide étalon muriatique.

De l'alun ou sulfate d'alumine.

J'ai cherché à reconnoître par voie de décomposition la proportion des élémens qui composent ce sel.

1°. Pour déterminer la proportion de la terre

j'ai dissous 480 grains de ce sel dans 280 d'eau; et j'ai précipité la terre à chaud par une solution d'alcali volatil non caustique (carbonate d'ammoniaque;) le précipité, après l'édulcoration, a été chauffé à 465 degrés, il pesoit 161 grains. De-là 100 parties d'alun contiennent 29,37 de terre dans l'eau de sécheresse que la chaleur ci-dessus peut produire.

2°. Pour trouver la proportion de l'eau de cristallisation, j'ai distillé 480 grains d'alun à une chaleur de 465°, et j'ai obtenu 200 grains d'eau parfaitement insipide. De-là il suivroit que 100 parties d'alun contiennent 41,66 d'eau de cristallisation. Mais ayant calciné 800 grains d'alun à la chaleur du bain de sable où l'évaporation étoit plus libre, je trouvai que la perte de poids étoit 45,5; mais alors la dernière goutte étoit acide. Je conclus de-là que l'eau de cristallisation est d'environ 44 pour cent.

Le surplus des 100 parties d'alun cristallisé, montant à 26,63, doit être par conséquent ou de l'acide pur, ou de l'acide retenant encore une quantité d'eau qui n'est pas séparable à une chaleur de 465°. Pour me mettre en état de prononcer entre ces deux opinions, j'ai fait une solution de 100 grains d'alun cristallisé dans 1600 grains d'eau échauffée à 200 degrés, et j'y ai ajouté graduellement une solution d'al-

cali

cali végétal non caustique (carbonate de potasse) qui contenoit $\frac{1}{4,186}$ de son poids d'alcali pur; c'est le même que j'ai employé pour former le sulfate de potasse. J'ai ajouté de l'alcali tant qu'il y a eu de l'effervescence, en faisant bouillir le mêlange. La quantité employée et nécessaire pour saturer l'acide s'est trouvée de 90 grains, c'est-à-dire $\frac{90}{4,186} = 21,5$ grains d'alcali pur. Maintenant nous avons vu que 100 parties d'alcali végétal pur absorbent 92 grains de l'étalon sulfurique; par conséquent 21,5 grains d'alcali végétal pur absorberont 19,78 de cet étalon. C'est donc la quantité d'étalon contenue dans 100 parties d'alun cristallisé. Le surplus des 26,63 parties du résidu dont nous venons de parler, c'e t-à-dire 6,85 grains, sont parconséquent de l'eau pure retenue par l'acide étalon.

Ainsi la proportion des élémens de 100 parties d'alun cristallisé sont,

	parties.
Alumine	29,37
Acide étalon	19,78
Eau retenue par l'acide étalon	6,85
Eau de cristallisation	44
	100,00

ou, en d'autres termes, 100 parties d'alun contiennent 29,37 d'alumine, 26,63 d'acide dont la gravité spécifique est 1,7509 et 44 d'eau de cristallisation.

100 parties d'alun brûlé ou calciné contiennent environ 52,3 d'alumine, 35,2 d'acide étalon, et 12,5 d'eau.

D'après M. Bergman, 100 parties d'alun cristallisé contiennent 18 parties d'alumine, 38 d'acide et 44 d'eau. Il est probable qu'il échauffoit l'alumine obtenue à un très-haut degré, car dans une chaleur rouge elle gardoit le même poids qu'elle avoit à 460 degrés. Quant à la quantité d'acide, elle est sûrement inférieure à celle qu'il assigne, si on s'en rapporte aux déterminations de M. Wenzel et aux miennes.

M. Wenzel décomposa 480 grains d'alun par une dissolution de nitrate de plomb, et par une double affinité. Le précipité qu'il en obtint, ayant été bien lavé à l'eau chaude et desséché au point de rougir au feu, pesoit 144 grains; ce qu'il a regardé comme tout l'acide contenu dans une once d'alun. Mais comme il avoit trouvé par une expérience précédente, que 240 grains de sulfate de plomb contenoient 72,57 d'acide sulfurique concentré, ce qui est 30,23 pour cent, donc 144 grains de ce sel devroient contenir 43,54. Il en conclutpar consé-

quent que c'étoit la quantité qu'une once d'alun contenoit. D'après ce calcul, 100 parties d'alun ne contenoit que 9,07 d'acide le plus fort. Cette énorme différence provient sans doute de la méthode défectueuse que M. Wenzel a suivie; car, en faisant évaporer la dissolution d'alun à siccité, le nitrate d'alumine reste nécessairement mêlé avec le sulfate de plomb, et en le lavant, une grande partie du sulfate de plomb a dû être enlevée. S'il n'eût point évaporé à siccité, une partie du sulfate de plomb seroit restée en dissolution. Mais pour trouver une méthode plus sûre, pour faire usage de ce précipitant utile dont l'effet est infiniment plus prompt qu'aucune dissolution barytique, j'ai répété la même expérience.

Pour cet effet, je fis dissoudre à une chaleur de 90° 30 grains de plomb dans 400 grains d'acide nitrique, 1,1477 affoiblis par 200 grains d'eau, 7 grains se trouvèrent perdus par l'évaporation ou par l'air; les 623 grains restant contenoient par conséquent 30 grains de plomb.

Ensuite je fis dissoudre 100 grains d'alun dans 1600 grains d'eau pure; j'ai mis cette dissolution sur un bain de sable, en y ajoutant successivement la dissolution de plomb: de cette manière, à mesure que le précipité avoit lieu, la liqueur continuoit d'évaporer. Lorsque le tout

fut réduit à la quantité d'une demi-cuillerée ; j'ai trouvé que 235 grains de la dissolution de plomb avoient été employés à cette expérience : le résidu contenoit évidemment le sulfate de plomb, d'autant qu'il paroissoit une pellicule à la surface de la liqueur.

Ainsi, puisque 623 grains de la dissolution de plomb contiennent 30 grains de plomb, 235 gr. de la même dissolution doivent avoir contenu 11,31 ; et si dans le sulfate de plomb, 70 gr. de plomb indiquent la présence de 30 grains de l'acide sulfurique le plus concentré (quantitée sur laquelle MM. Bergman et Wenselsont d'accord), la présence de 11,31 grains de plomb indique naturellement la présence de 4,84 de l'acide le plus fort. Nous avons observé plus haut que l'acide sulfurique le plus concentré est à l'acide étalon comme 82 à 92 : donc 4,84 grains de cet acide sont équivalans à 5,4 d'étalon ; ce qui paroît fort éloigné de la vérité.

Quant à la quantité de la terre, M. Wenzel prétend avoir obtenu 140 grains en précipitant la terre contenue dans une once d'alun par un alcali fixe, lorsqu'elle étoit bien desséchée ; ce qui donne 30 pour cent, quantité qui répond également avec mon expérience. Mais cette même quantité de terre ayant été exposée

à une forte chaleur pendant l'espace de deux heures, elle s'est trouvée reduite à 90 grains; par conséquent 100 parties d'alun contiennent à peu près 19 pour cent de terre. Ainsi les 29,78 grains qui se trouvoient dans l'état de dessication où je les avois portés, peuvent être réduit à 19. Car 140 — 90 :: 29,78. 19 à peu près (1).

Du sulfate de fer.

250 grains de sulfate de fer cristallisé, exposés à un degré de 420° de chaleur sur un bain de sable, devinrent d'un blanc sale, et perdirent 98 grains de leur poids; ce qui fait 39 pour cent.

480 grains de sulfate de fer cristallisé, distillés sur un bain de sable à une chaleur de 460°, devinrent gris et perdirent 191 grains d'eau légèrement acide; ce qui fait 40 pour cent.

J'estime donc que 100 parties de sulfate de fer contiennent 39 parties d'eau de cristallisation, dont l'acidité peut être évaluée à 1 grain d'acide.

(1) D'après ces proportions rigoureusement déterminées, il résulte que quelques-unes des données que j'ai établies dans mon dernier mémoire sur l'usage des alcalis dans le blanchissage, ne sont point exactes.

Je fis alors dissoudre 100 grains du même sel dans 3 onces d'eau; j'ajoutai successivement à cette dissolution le même alcali dont j'avois fais usage pour la décomposition de l'alun. Dans une température de 60°, il n'y eut aucune effervescence, quoiqu'un précipité verdâtre ait eu lieu; mais en échauffant la dissolution jusqu'à une chaleur de 120°, il se dégagea une *légère* quantité d'air qui augmenta à mesure que la dissolution approchoit de l'ébullition, de manière que dans cette expérience il se forma un sel composé. Dans la suite, j'ai toujours maintenu cette dissolution en ébullition aussi long-tems, qu'il se forma un précipité, et j'ai trouvé qu'il falloit 133 grains de la dissolution alcaline, qui correspondent à 31,75 grains d'alcali réel, pour précipiter tout le fer; ce qui indique la présence de 26,13 de l'acide le plus fort, ou 29,21 d'acide étalon.

L'oxide précipité, édulcoré et chauffé jusqu'à l'incandescence pendant trois quarts-d'heure, pesoit 30,5 grains ou plutôt 31 (cette petite perte ayant été probablement causée par l'édulcoration): cet oxide étoit d'un rouge foncé; et comme il contenoit à peu près 72 pour cent de fer, les 31 grains en question équivaloient donc à 22,3 de fer à l'état métallique.

D'après cette expérience, les proportions

des ingrédiens contenus dans 100 parties de sulfate de fer cristallisé sont les suivantes :

Fer.	22,32
Acide étalon.	29,21
Eau contenue dans l'acide étalon.	9,47
Eau de cristalisation.	39,00
	100,00

Il faut donc 130,85 d'acide sulfurique étalon pour dissoudre 100 parties de fer. Selon Bergman, 100 parties de sulfate de fer contiennent 23 de fer, 39 acide sulfurique, 38 eau de cristallisation.

Ce résultat se rapproche assez de celui que j'ai obtenu, en supposant (comme cela est certainement vrai) que ce que Bergman nomme les parties d'acide, n'est pas de la même force que celles qu'il désigne sous le même nom dans le sulfate de potasse, mais qu'il n'y a point compris l'eau de cristallisation : car si nous réunissons les 9,47 parties d'eau qui étoient unies à l'acide étalon avec les 29,21 de l'acide étalon, nous aurons 38,68 d'un acide dont la pésanteur spécifique est de 1,7178.

M. Wenzel ne nous dit rien de la composition du sulfate ; il se contente simplement de dire que son acide sulfurique, étendu de

240 d'eau, a dissous 55,25 d'acier. J'ai déjà fait voir que 240 grains de son acide sulfurique contenoient 84,19 de mon acide étalon. Il résulteroit donc de-là que pour dissoudre 100 parties d'acier, il seroit nécessaire d'employer 152 d'acide étalon. La différence apparente entre le travail de M. Wenzel et le mien, dépend de ce qu'il a soumis à l'action de l'acide une plus grande quantité de fer que l'acide n'a pu dissoudre, et que les parties non dissoutes retenoient une portion de l'acide, dont il n'a pas pu déterminer la quantité.

Pour dissoudre très-promptement le fer, la quantité d'eau que l'on emploie doit être relativement à l'acide étalon comme 5 à 1. Lorsque cette proportion excède celle de 7 à 1, la dissolution n'a lieu que très-lentement.

De la quantité réelle d'acide dans les différens acides étalons.

Sous la dénomination d'*acide réel*, je n'entends pas un acide absolument privé d'eau : peut-être l'eau est-elle même essentielle aux propriétés acides de tous les acides, du moins l'est-elle pour quelques-unes de leurs propriétés : j'entend sous le nom d'acide effectif l'acide le plus fort qui existe, soit libre ou dans un état de combinaison, comme, par exemple,

l'acide sulfurique tel qu'il se trouve dans le sulfate de potasse. En jettant les yeux sur les observations que j'ai faites sur ce sel, sur le nitrate de soude et sur le muriate de potasse, on trouvera les proportions suivantes :

100 parties acide sulfurique étalon contiennent . . . . 10,71 d'eau.
100 parties acide nitrique étalon. 26,46
100 parties acide muriat étalon. 48,5

Les portions d'eau que nous citons ici ne sont point parties intégrantes de ces acides, qui, comme nous l'avons fait remarquer, peuvent très-bien exister sans elles. D'après cela, nous retrouverons la quantité effective d'acide que chaque quantité d'acide étalon contient, par exemple dans l'acide sulfurique, en multipliant la quantité d'acide étalon par 0,1071 ; dans l'acide nitrique, en la multipliant par 026,46, et en défalquant ce produit de la quantité donnée d'acide étalon.

TABLE I.

De la proportion des acides absorbés par différentes bases.

100 parties.	Acide sulfur. étalon.	Acide nitrique étalon.	Acide muriat. étalon.	Acide sulfur. effectif.	Acide nitrique effectif.	Acide muriat. effectif.
Potasse pure.	92	120	115	82,1	88,3	59,5
Soude	143	171	145,92	227,7	136	75,19
Ammoniaq. .	227	327	247	202,6	240,4	127,25
Chaux. . . .	124	258,5	104,72	110,6	190	53,94
Magnésie . .	194	296	215,8	173,2	210,33	111,2

TABLE II.

De la proportion des bases absorbées par les différens acides étalons.

100 parties.	Potasse	Soude.	Ammo.	Chaux.	Magnés
Acide sulfur.	108,7	70	44	80,6	56,6
Acide nitr.	83,30	58,4	30,58	38,4	34,9
Acide mur.	87	68,5	40,48	95,4	46,5

TABLE III.

De la proportion des bases absorbées par les différens acides effectifs.

100 parties.	Potasse	Soude.	Ammo.	Chaux.	Magnés
Acide sulfur.	121,8	78,3	49,3	90,4	57,7
Acide nitr.	113,2	73,5	41,2	52,6	47,6
Acide mur.	168,6	133,	78,5	18,5	85,9

Je ne donne par ce calcul comme rigoureusement exact, n'ayant point tenu compte des décimales ni des erreurs qui en pareille matière ne peuvent être évitées ; mais je pense que ces approximations seront néanmoins utiles.

TABLE IV.

Des proportions des ingrédiens contenus dans différens sels.

100 *parties.*	Alcali.	Eau de cristallisation.	Acides (1).
Sulfate de potasse. . .	55,	. . . .	45 équival. à 50,49 acid. étal.
Nitrate de potasse. . .	46,15	. . . .	53,85 55,7
Muriate de potasse. . .	64,2	. . . .	35,8 73
Sulfate de soude. . . .	24,16	41,3	34,54 étalon.
Nitrate de soude. . . .	42,35	. . . .	57,65 78,33
Muriate de soude. . . .	53	. . . .	47 77,33
Sulfate d'ammon. . .	27,42	10,11	62,47 étalon.
Nitrate d'ammon. . .	24,	. . . .	76 78
Muriate d'ammon. . .	27,61	3,89	68,49 étalon.
	TERRES	ou	METAUX.
Sulfate de chaux . . .	34	25	43 étalon.
Sulfate de magnésie. . .	17	50	33 étalon.
Sulfate d'alumine. . .	29,37	44	26,63 contenant. 19,78
Sulfate de fer.	22,32	39	38,68 29,21

(1) L'acide dont il est question ici, est tantôt l'acide

En observant dans la première table la quantité de chaque espèce d'acide effectif que chaque base en particulier absorbe, on s'apercevra aisément que la quantité énoncée n'est pas exactement conforme au prétendu ordre d'affinité entre les différentes bases et les acides, telle que je l'avois fixée dans une de mes dissertations précédentes. Il est vrai que ma première opinion étoit fondée sur des expériences, mais dans ces dernières il s'étoit glissé quelques inexactitudes qui n'avoient été soupçonnées ni par moi ni par d'autres chimistes; mes expériences étoient en outre accompagnées d'une hipothèse sur la quantité d'acide effectif, dont j'ai reconnu l'erreur dans mes travaux postérieurs. M. Morveau a publié dans la nouvelle Encyclopédie une dissertation très-bien faite sur les affinités, dans laquelle il combat avec raison plusieurs points de ma théorie, mais il y a ajouté plusieurs autres observations qui ne me paroissent pas trop bien fondées. Comme ma réfutation est intimement liée avec le sujet de la dissertation présente, et que cette dernière en peut recevoir plusieurs éclaircisse-

le plus concentré, tantôt un acide intermédiaire entre le plus fort et l'acide étalon; sa force doit toujours être reconnue d'après son rapport à l'acide étalon.

mens; j'espère qu'on me permettra d'en faire ici mention.

1°. J'avois dit dans une autre occasion, que selon l'opinion de M. Bergman, les alcalis absorboient plus d'acide sulfurique que d'acide nitrique, et plus de ce dernier que du muriatique; mais que, selon les expériences de MM. Wenzel et D. Plummer, cela n'avoit pas lieu. M. Morveau regarde ces observations comme mal fondées. La table suivante mettra les lecteurs à portée d'en juger. Comme le docteur Plummer ne connoissoit point le gaz acide carbonique, et que par conséquent il n'y a point eu égard, je ne parlerai point de ses expériences, et à leur place je rapporterai celles de M. Wiegleb qui, étant au courant de la doctrine de Bergman et de la manière de faire ces expériences, les a suivies dans les vues de s'assurer du fait en question.

		Expériences de		
		Bergman.	Wenzel.	Wiegleb.
100 parties de potasse absorbent..	acide sulfu........	78,5	82 63	101,92
	nitrique........	64	107,8	115,3
	muriat........	51	54,46	25,3
100 parties de soude absorbent..	acide sulfur.......	177	125 87	129,3
	nitrique.......	135.5	166,6	139
	muriat.........	125	83 91	87.5

On voit par ce tableau, que MM. Wen-

zel et Wiegleb s'accordent tous deux su
que les deux alcalis absorbent plus d'acid
trique que d'acide sulfurique, contre l'opi
de Bergman. M. Morveau accorde ceci cor
M. Wenzel, mais il croit qu'il s'est trom
quoiqu'il ait suivi la méthode de Bergn
M. Morveau croit que le nitrate de pota
et le nitrate de soude étant simplement
quéfiés, retiennent une quantité considé
ble d'eau, que M. Wenzel a ajoutée à
portion d'acide qu'ils contiennent. Il est
pendant certain que ces sels, au lieu de per
leur eau par le feu, perdent également u
partie de leur acide; la proportion de ce de
nier doit par conséquent avoir plutôt dimin
qu'augmenté. Il ne paroît point que Wenzel a
employé un degré de feu moindre que cel
employé par Bergman, tandis qu'il est certai
que M. Wiegleb les a toujours exposés à un
chaleur rouge.

2°. Dans une dissertation sur la force attrac
tive des acides, que j'ai publiée dans les Tran
sactions de la société royale pour l'année 178
j'ai fait observer que le signe caractéristique de
saturation consistoit dans la perte de quelques
propriétés particulières qu'éprouvent les subs-
tances saturées, et que la *neutralisation* exprime
la saturation de chacun des principes combinés.

ɪr appuyer ma première assertion, j'allé-
ɔis le cas de la saturation d'un acide que
ı regarde avoir eu lieu lorsqu'il perd la fa-
lté de changer en rouge la couleur bleue de
rtains végétaux; épreuve qui paroît être uni-
ɪrsellement reçue, pour s'en assurer.

M. Morveau prétend que cette épreuve n'est
as assez exacte; car, suivant lui, il existeroit
es combinaisons sans saturations; ce qui n'est
ɪas admissible d'après les principes des affinités
ɪt contraire d'ailleurs à l'observation: ainsi,
lit-il; « il y a un terme précis pour la combi-
» naison d'un acide concret avec l'eau et d'un
» acide concret avec un acide fluide, et cepen-
» dant la propriété d'affecter les couleurs est
» loin d'être détruite ».

Dans le premier exemple, je ne pense pas
qu'on puisse dire qu'un acide soit saturé avec
l'eau aussi long-tems qu'il conserve la propriété
de changer les couleurs bleues végétales en
rouge (c'est une expression réellement de très-
peu d'usage), et dans le second cas j'avoue
que je ne connois pas les effets des affinités des
acides les uns par rapport aux autres.

« On ne peut pas douter, continue M de
» Morveau, qu'il n'y ait une saturation mu-
» tuelle entre la crême de tartre (tartrite acidule
» de potasse) et les autres sels; cependant ils

» affectent encore la teinture de tournesol ».
J'accorde dans ce cas que les sels neutres sont réellement saturés et supersaturés avec l'acide; mais je suis loin de penser que l'acide surabondant soit saturé avec les sels neutres. Un signe certain qu'il ne l'est pas, c'est que si on lui présente une nouvelle quantité du même sel neutre, il sera divisé entr'eux.

Application des principes précédens à diverses expériences.

La détermination de la quantité d'acide étalon ou acide réel contenu dans les acides minéraux, et celle de la proportion des élémens des sels neutres demandant une attention scrupuleuse, la première de ces déterminaisons n'ayant avant moi été entreprise par personne, et la seconde seulement par un petit nombre de savans qui même ne s'accordent pas entr'eux, il doit en naître de la défiance jusqu'à ce que l'exactitude de ces résultats se trouve confirmée par un assentiment général.

Pour dissiper ces doutes et prouver que mes principes s'accordent avec les expériences les plus exactes faites jusqu'à présent, j'ai déjà cité celles qui ont été faite par M. Cawendish, et je vais rapporter à présent le peu qui ont été faites par MM. Berthollet, Morveau et Woulfe.

M.

M. Berthollet (1) prend 288 grains de nitre et 72 de soufre : après les avoir exposés à une chaleur suffisante, il trouve 12 grains de soufre sublimé, et dans la cornue 288 grains de sulfate de potasse. Il avoit déjà prouvé dans un précédent mémoire (2), que le nitre est entièrement décomposé par un quart de son poids de soufre qui est la proportion employée ici : conséquemment nous sommes en droit de conclure que 288 grains de nitre contiennent autant d'alcali que 288 de sulfate de potasse et pas davantage. D'après mon évaluation, 288 grains de nitre contiennent 132,96 d'alcali pur, et 288 de sulfate de potasse en contiennent 125,4 : si bien que si je me suis trompé, c'étoit en attribuant trop et non trop peu d'alcali au nitre, et mon erreur est seulement 7,6 grains sur 288 grains de nitre, ou 2,6 pour cent.

D'après l'évaluation de M. Bergman, 288 grains de nitre contiennent 141,12 d'alcali, et 288 grains de sulfate de potasse en contiennent seulement 118,56; si bien que son erreur est d'environ 22,56 grains sur 288 de nitre ou de 7,8 pour cent.

Je cherche maintenant à examiner l'exacti-

---

(1) Mémoires de Paris, 1782, page 603.

(2) Mémoires de Paris, 1781, page 232.

tude de nos évaluations respectives de la proportion des acides dans ces deux sels, prenant toujours les expériences de M. Berthollet pour règle.

Dans cette expérience, la somme des ingrédiens étoit 288 + 72 = 360 grains; mais le total des produits ne s'est trouvé que de 288 + 12 = 240 grains: par conséquent, 100 grains ont été perdus ou dissipés en gaz. Dans une expérience précédente, M. Berthollet avoit trouvé que c'étoit du gaz nitreux mêlé avec une petite quantité d'air par qui s'étoit échappé.

D'après mon évaluation, 288 grains de nitre contiennent 155,08 d'acide nitrique : or il est évident que c'est cet acide qui a fourni les 120 grains qui se sont dissipés en gaz; le surplus, c'est-à-dire, 155,08 — 120 = 35,08, ont été employés à acidifier le soufre et à le convertir en acide sulfurique. Ainsi, 60 grains de soufre + 35,08 = 95,08 seroit la quantité d'acide que sature l'alcali de 228 grains de sulfate de potasse; mais d'après ma propre évaluation, 228 grains de sulfate de potasse contiennent 102,6 de l'acide le plus fort, de sorte que la différence entre l'expérience de M. Berthollet et le résultat produit par mon évaluation, n'est que de 7,52 grains sur 360, c'est-à-dire, seulement 2,09 pour cent.

Suivant l'évaluation de M. Bergman, 288 grains de nitre ne contiendroient que 95,04 d'acide nitrique; ce qui est une erreur palpable, puisque cette quantité ne seroit pas même égale aux 120 grains perdus dans l'expérience de M. Berthollet. D'ailleurs 228 grains de sulfate de potasse contiennent, suivant M. Bergman, 91,2 d'acide sulfurique. Sur cette quantité, le soufre en fournit 60 grains; et le surplus, c'est-à-dire, 31,2 grains, qui sont le principe acidifiant, est fourni par l'acide nitrique; tout le reste de l'acide nitrique, c'est-à-dire, 60 grains, seroit perdu ou dissipé : la perte ne seroit donc que de 60 grains, tandis que l'expérience la porte à 120; d'où il suit que les résultats de M. Bergman sont erronés sous tous les points de vue.

D'après cette expérience, il paroît que 60 grains de soufre sont acidifiés par 35 ou 36 d'air pur ou oxigène, ou 100 grains de soufre par 60 d'oxigène, et qu'il en résulte 160 grains d'acide sulfurique. Ainsi 100 grains de cet acide, dans son état le plus fort, contiendroient 37,5 de principe acidifiant, le reste étant du soufre. Mais comme le soufre est susceptible de différens degrés d'acidifications, les limites de la quantité d'oxigène que 100 grains de soufre peuvent absorber, me paroissent devoir être fixées entre 50 et 60.

M. Berthollet a essayé de trouver la composition de l'acide sulfurique d'une autre manière : il a fait bouillir 288 grains de soufre dans de l'acide nitrique très-concentré : 199 grains sont restés intacts ; 89 seulement ont été acidifiés. Il allongea le tout avec de l'eau, et versa goutte à goutte dans la liqueur une solution de muriate de baryte, et il obtint ainsi un précipité pesant après la calcination 920 grains. Maintenant, d'après M. Bergman, ce sel contient 0,15 de son poids de l'acide sulfurique le plus fort (1) ; par conséquent, 920 grains en contiendroient 138. Ce résultat ne diffère pas beaucoup du dernier; car si 100 grains de soufre produisent, lorsqu'ils sont acidifiés, 160 grains de l'acide le plus fort, 89 grains de soufre en donneroient 142 ; l'acidification seroit alors un peu plus forte.

Cet excellent chimiste, marchant toujours en avant, s'est efforcé de trouver la quantité de ce fort acide contenu dans l'acide sulfurique, dont la gravité étoit 1,7881. Dans cette vue, il a versé 288 grains de cet acide dans une solution de nitrate de plomb : le précipé séché exactement pesoit 792 grains. D'après M. Bergman, le sulfate de plomb contient 0,28 de son poids

(1) Bergman, page 42?.

d'acide sulfurique, lorsqu'il est exactement sec(1); par conséquent, dans ce cas, 792 contiendroient 221,76 parties de l'acide le plus fort; d'où il suit que 288 grains d'acide sulfurique, dont la gravité spécifique est 1,7831, contient 221,76 grains de l'acide le plus fort, c'est-à-dire, 77 pour cent. Je ne sais à quelle température la gravité spécifique étoit déterminée, mais je la supposerai à 15 degrés de Réaumur, comme c'est l'usage en France, c'est-à-dire, 65° 75 de Farehneit. Sa gravité spécifique seroit alors 1,7917, à la température de 60° pour lesquels ma table a été formée, et par conséquent cet acide contiendroit 83,6 grains de l'acide étalon. Maintenant 77 grains de l'acide le plus fort sont équivalens à 86,4 d'étalon : car 82,92 : : 77.86,4; d'où il suit que la différence du résultat de M. Berthollet et de celui de ma table est seulement 2,8 grains; et si la probabilité d'une erreur dans les résultats est égale de part et d'autre, la différence ne sera que de 1,4 grains.

Je ne dois pas dissimuler cependant qu'il y a une expérience de M. Morveau qui s'éloigne

(1) Bergman, page 105. Il est vrai qu'il a dit ailleurs qu'il contenoit 0,3 de son poids d'acide, mais c'est qu'alors il est séché à la chaleur de 211. Voyez Bergman, page 391 et 406.

totalement de ma table (1) : il a pris 58 grains d'un acide sulfurique dont la gravité spécifique, à la température de 8,5 de Réaumur égale à 51°,12 de Farehneit, étoit 1,841; il les a versés dans une solution d'acétate de baryte : il a trouvé que le précipité, après une calcination à une chaleur rouge pendant une demi-heure, ne pesoit que 110,3 grains; ce qui, d'après M. Bergman, indique 1654 de l'acide sulfurique le plus fort dans les 58 grains de l'acide sulfurique employé. Or si 58 grains ne contenoient que 16,54,100 grains de ce même acide ne devoient contenir que 28,5 de l'acide le plus fort ou 32 de l'acide étalon.

Cette expérience, je prends la liberté de le dire, est captieuse; car l'acide dont la densité à 51° étoit 1,841, auroit donné 1,836 à la température de 60°, et 100 grains en contiendroient alors 87,5 de l'acide étalon ou 77,99 de l'acide le plus fort. La conclusion de cette expérience ne s'accorde donc ni avec mes résultats, ni avec ceux de M. Berthollet ci-dessus rapportés. Je crois que la cause de la méprise tient à ce que M. Morveau a versé de la solution d'acétate de baryte dans l'acide, au lieu de verser l'acide dans la solution, comme

(1) Encyclopédie, page 392.

M. Berthollet l'a fait en précipitant la solution de plomb, ou peut-être de ce qu'il n'a pas employé une quantité suffisante d'acétate de baryte.

La preuve la plus frappante que je puisse donner de l'accord de mes principes avec les expériences les plus exactes, c'est la décomposion du sel commun opérée avec le dernier degré d'exactitude et de sagacité par le plus savant chimiste et le plus habile manipulateur, M. Woulfe, dans les Transactions Philosophiques pour l'année 1767. Dans sa troisième expérience, il a employé 14 livres (avoir du poids) de sel commun, et 14 livres d'acide sulfurique concentré qui avoit été auparavant allongé avec 7 livres d'eau. Distillant ensuite le mélange à une douce chaleur graduellement augmentée, il a obtenu dans le récipient intermédiaire désigné dans sa planche par la lettre *C*, 11 liv. 10 onces d'acide muriatique, et la dernière bouteille contenant de l'eau destinée à condenser les vapeurs les plus volatiles, étoit augmentée en poids de 3 livres 10 onces; enfin, le résidu de la cornue pesoit 19 livres 4 onces, poids désigné sous celui d'avoir du poids.

Ingrédiens employés.		*Produits obtenus.*		
Huile de vitriol, ...	14 liv.	Esprit de sel dans la cornue *C*	11 l.	10 onc.
Sel commun.	14	Vapeurs condensées dans les bouteilles	3	10
Eau.	7	Résidu dans la cornue . .	19	4
		Total	34	8
Total	35	Perte		8
			35	

Il est clair que 7 livres d'eau étoient réparties entre tous les produits.

Pour connoître la force relative de l'acide muriatique dans les différentes bouteilles, M. Woulfe a fait les expériences suivantes :

1o. 4 onces d'acide sulfurique dont le poids étoit à celui de l'eau comme 24 est à 13, ont été saturées par 1 livre 10 onces 7 dragmes = 11566 grains d'une solution d'alcali fixe qui servoit d'étalon, et que j'ai supposé avoir été formée d'alcali végétal.

2o. 4 onces d'acide muriatique dans la bouteille *C* ont saturé 12,5 onces de cette solution alcaline.

3o. 4 onces de vapeur condensée, c'est-à-dire, une quantité d'eau qui les contenoit, ont saturé 38 onces de la solution alcaline.

4o. Pour connoître la proportion d'acide sulfurique entraîné avec l'acide muriatique dans les différentes bouteilles, il a saturé 4 onces

de chaque produit avec du lait de chaux, absorbant la partie non dissoute avec du vinaigre distillé; il a trouvé par cette méthode, que 4 onces de l'acide muriatique de la bouteille *C* produisoit une demi-once et 24 grains de sulfate de chaux sec; mais les bouteilles plus éloignées n'en donnoient point.

Calcul de l'expérience de M. Woulfe.

Je dois prévenir d'abord que M. Woulfe n'a point fait mention de la gravité spécifique de l'acide sulfurique qu'il a employé dans la décomposition du sel commun. A défaut de cette détermination je dois supposer que cet acide étoit le même que celui employé pour saturer la solution alcaline dont le poids est à celui de l'eau comme 24 : 13. Sa gravité spécifique prise à 60° étoit 1,8461; ce qui indique, d'après ma table, 88,3 pour cent de l'acide étalon: conséquemment les 4 onces avoir du poids = 1750 grains devoient contenir acide étalon $175 x 0,883 = 1545$; et puisque 100 parties d'alcali végétal pur absorbent 92 d'acide sulfurique étalon, la quantité d'alcali nécessaire pour absorber 1545 d'acide sulfurique étalon,
doit être de.......................... 1680 gr.

Par conséquent 11566 de la solution alcaline saturée par cet acide conte-

noit alcali pur. . . . . 1680 gr.

En outre, 4 onces de l'acide muriatique contenu dans la bouteille *C* ont produit 242,7 grains de sulfate de chaux; et puisque 100 grains de sulfate de chaux contiennent 43 d'acide sulfurique étalon, 242,7 en contiennent. 104

Par conséquent les 11 livres 10 onces d'acide muriatique contenues dans la bouteile *C* = 186 onces contenoient acide sulfurique étalon. . . . 4852

14 livres d'acide sulfurique contiennent $14 x 7000$. . . . . =98000

Et puisque 100 grains de cet acide contiennent 88,3 d'étalon, 98000 gr. en doivent contenir. 86534

D'où déduisant pour la quantité d'acide étalon qui a passé dans la bouteille *C*. 4852

Il a dû rester dans la cornue. 81682

En outre, la quantité de sel commun etoit de 14 livre égale. . . . . 98000 gr.

Et comme 100 grains de sel contiennent 53 d'alcali minér. l'alcali dans cette expérience est de $98000 x 0,53$ égal à. 51940

A quoi ajoutant l'acide sulfurique étalon resté dans la cornue, nous avons 51940 x 81682......... = 133622 = 19 liv. 1,417 onces. gr.

Ce qui diffère des résulats de M. Woulfe de 1,583 onces en moins. Cette différence peut venir de ce qu'il a employé un acide sulfurique plus fort que je ne l'ai supposé, et qui contenoit par conséquent moins d'acide étalon, ou de ce que le sel marin n'était pas bien pur et contenoit du muriate de magnésie, tandis que mon calcul est fondé sur la supposition de leur parfaite pureté. Enfin M. Woulfe n'a tenu aucun compte des fractions de poids au-dessous d'une once; et lorsque l'on considère le grand nombre de calculs, la différence de 2,583 paroîtra peu considérable.

De plus, puisque 100 parties d'alcali minéral absorbent 143 grains d'acide sulfurique étalon, 51940 en absorberoient.......... 74274 gr.

Déduisant ce nombre de 81682 resté dans la cornue, nous trouvons un excès de.................... 7408

En effet, quoique M. Woulfe ne dise rien de l'état du résidu, cependant M. Baumé, qui a employé la même proportion d'ingrédiens, observe qu'il y a toujours un excès

d'acide sulfurique qui reste dans la cornue.

Je viens à présent à examiner la quantité d'acide muriatique produit, puique 11566 grains de la solution alcaline contenoient (comme il a déjà été dit) 1680 d'alcali pur, 12,5 onces = 5468,75 en contenoient........ 794,35 gr.

Tel auroit été par conséquent la quantité d'alcali végétal pur saturé par 4 onces de l'acide muriatique contenu dans le récipient *C*, s'il n'eût pas été mêlé avec de l'acide sulfurique : mais nous avons déjà vu que ces 4 onces contenoient 104 grains d'acide sulfurique étalon ; et puisque 100 parties d'acide étalon absorbent 180,7 d'alcali végétal pur, 104 grains de ce même étalon doivent en absorber. 113,04

Par conséquent il ne devoit rester pour absorber l'acide muriatique, que 794,35 — 113,04. . . . . . . = 681,31

Et puisque 100 grains d'alcali végétal pur demandent, pour être saturés, 59,3 de l'acide muriatique, le plus fort, 681 en demanderont. . . 404

Par conséquent 4 onces d'acide muriatique de la bouteille *C*. conte-

noient 404 grains de l'acide muriatique le plus fort ; mais la bouteille *C* contenoit en tout 11 liv. 10 onces = 186 onces de ce même acide ; et puisque 4 onces en contenoient 404 grains, 186 devoient en contenir. . 18786 gr.

En outre, les 4 onces de vapeur condensée, c'est-à-dire autant de ce qu'il étoit nécessaire pour contenir 4 onces de ces vapeurs ; ont saturé 38 onces de la solution alcaline. Or ces 38 onces devoient, d'après ce qui a été dit ci-dessus, contenir alcali pur. 2414

Et puisque 100 grains d'alcali pur absorbent 59,3 de l'acide marin le plus fort, 2414 doivent en absorber 1631

Mais la quantité totale des vapeurs condensées étoit de 58 onces, et puisque 4 onces contenoient 1631 grains d'acide pur, 58 onces devoient en contenir. 23649

De-là la quantité total d'acide réel étoit 18786 *x* 23649 égal. 42434

D'après mon évaluation, 14 livres de sel commun = 98000 grains contiendront d'acide. 46060

Car 100 grains en contiennent 47, différence . . . .=3625

Alors la perte est 3626 grains ;
mais, d'après M. Woulfe, la perte
est de 8 onces.................. = 3500 gr.

Différence entre l'expérience de
M. Woulfe et mes résultats........ = 126

EXPÉRIENCES

Sur la diminution de volume et la rupture des vaisseaux qui ont lieu pendant la cristallisation des dissolutions salines.

Lues à l'académie des sciences ;

Par N. VAUQUELIN.

Je pensois, comme m'y portoit naturellement la théorie de la chaleur, que les sels, en se dissolvant dans l'eau, augmentoient de volume en raison directe du calorique qu'ils absorboient (car tous en absobent quand ils sont cristallisés); mais ayant entendu dire à M. Monge que quelques matières salines, au lieu d'augmenter, diminuoient de volume en se dissolvant dans l'eau, j'ai répété les expériences dans lesquelles il avoit apperçu ce phénomène, et je les ai multipliées sur d'autres sels. Je me suis servi

de l'appareil que cet académicien avoit employé pour cela et qu'il m'a communiqué. Il consiste dans deux boules de verre placées l'une sur l'autre et communiquant par un tube moyen. La boule supérieure est terminée par un autre tube étroit ouvert dans l'atmosphère, et susceptible de recevoir un bouchon enfoncé de force. On verse par le tube dans l'appareil une dissolution saturée à chaud d'un sel quelconque, jusqu'à ce que la boule inférieure en soit remplie ; ce qui se fait aisément, à moins que le tube de communication ne soit trop étroit. On laisse cristalliser le sel, et lorsque la dissolution est revenue à la température de l'atmosphère, et que par l'agitation elle ne cristallise plus, on remplit d'eau la boule supérieure, ainsi qu'une partie du tube qui doit être divisé en plusieurs parties, et dont la capacité doit être connue. On marque l'endroit où la liqueur est arrêtée dans le tube, on le bouche et l'on renverse l'appareil ; par ce moyen la dissolution de sel qui n'a pas cristallisé et qui est plus lourde que l'eau pure, tombe au fond, l'eau monte à sa place et dissout le sel. Lorsque la température de la dissolution est en équilibre avec celle de l'atmosphère, on redresse l'appareil, et en examinant le tube supérieur, on s'apperçoit si la liqueur a diminué ou augmenté de volume.

Expérience I. J'ai mis une dissolution saturée à chaud de nitrate de potasse dans l'appareil que l'on vient de décrire ; j'ai laissé cette dissolution pendant vingt-quatre heures au milieu de l'atmosphère ; pendant ce tems elle a déposé une grande quantité du sel qu'elle tenoit en dissolution. Alors j'ai rempli avec précaution la boule supérieure d'eau distillée, et après avoir noté l'endroit où cette eau s'arrêtoit dans le tube qui la termine, j'ai renversé l'appareil, comme il a été dit plus haut. L'équilibre s'est établi entre les deux liquides, et l'eau, en montant à la place de la dissolution non cristallisée, a dissous le sel. L'équilibre étant rétabli entre le calorique de l'atmosphère et celui de l'appareil, j'ai relevé celui-ci et j'ai observé que la liqueur avoit diminué d'environ 0,01. Cette opération faite à une température supérieure à celle de l'air a de même offert une diminution très-sensible, quoique les molécules de dissolution fussent un peu écartées par cette portion plus considérable de carolique interposé. L'appareil ouvert au milieu de l'eau n'a cependant point présenté de vuide, il s'en est au contraire dégagé plusieurs bulles d'air.

Experience II. Dans le même appareil j'ai mis une dissolution de quatre onces de sulfate de soude dissous dans autant d'eau, je l'ai laissé refroidir.

refroidir et cristalliser comme le nitrate de potasse dans l'expérience précédente; j'ai mis ensuite de l'eau, et la diminution observée dans l'expérience première s'est également présentée ici, mais elle a paru un peu moins grande; ce qui s'accorde très-bien avec la dissolubilité de ces deux sels dans l'eau froide. Le nitrate de potasse étant plus dissoluble: il doit diminuer davantage le volume de l'eau.

Ces expériences ne me satisfaisant pas pleinement sur les résultats que je cherchois, je les ai répétées d'une manière plus propre à jetter du jour sur ces faits douteux encore pour quelques physiciens. Pour cela j'ai mis dans une cloche au-dessus du mercure quatre onces de nitrate de potasse dissous dans autant d'eau; lorsque cette dissolution eut déposé une partie de son sel par le refroidissement, j'introduisis dans la cloche quatre onces d'eau distillée, et marquant le niveau où s'élevoit le mercure, je m'assurai du volume qu'occupoit ce mélange. A mesure que la dissolution du sel dans l'eau s'opéroit, on remarquoit que beaucoup de bulles d'air, qui sembloient sortir du sel même, s'élevoient à la partie supérieure de la liqueur. Au lieu d'avoir ici de la diminution comme dans les autres expériences avec les autres appareils, on a eu au contraire de l'augmenta-

tion que j'ai évaluée à environ 0,02 de la masse totale.

Cette expérience répétée sur le sulfate de soude, le muriate d'ammoniaque et plusieurs autres sels, a offert le même résultat général: je n'ai apperçu de différence que dans la quantité d'air dégagé et dans l'augmentation du volume de la liqueur ; ce qui tient à la dissolubilité de chaque sel en particulier, et à la quantité de calorique qu'il absorbe pendant cette combinaison.

Il est donc prouvé maintenant par ces expériences que les sels ne diminuent point de volume en passant de l'état solide à l'état liquide, que le calorique ne fait point ici d'exception à la règle générale qu'il suit dans toutes ses combinaisons, et que la diminution de volume d'une dissolution dépend d'une portion d'air qui se dégage ou que le sel chasse de l'eau en s'y dissolvant. Cet air occupant dans l'eau une espace plus considérable que celui que le calorique occupe dans le sel, il est clair que toutes les fois que l'air ne sera pas retenu, il y aura diminution de volume pendant la dissolution d'un sel avec l'eau.

L'on pourra faire ici une objection en disant que c'est à l'air seul qui passe de l'état solide à celui de fluide élastique, qu'est due toute

l'augmentation de volume ; mais je crois pouvoir prouver quelques jours que la quantité d'air qui se dégage de l'eau pendant ces expériences n'absorbe pas assez de calorique pour faire à lui seul l'augmentation.

Pendant le cours de ces expériences, il s'est présenté quelques phénomènes intéressans que je crois devoir réunir aux précédens, parce qu'ils les accompagnent constamment. Je m'étois d'abord servi de boules de verre soufflées à la lampe d'émailleur, mais les dissolutions de sel que j'y mettois les brisoient constamment en cristallisant, quoiqu'il restât toujours une portion de la liqueur à la partie supérieure non cristallisée, et que l'appareil fût ouvert. Dans une de ces expériences, sur-tout où l'appareil étoit suspendu au milieu d'une chambre, je fus très-surpris de voir la boule inférieure se briser en pièces qui furent lancées avec bruit à plusieurs pieds de distance : cependant l'appareil avoit une ouverture libre dans l'air atmosphérique, et les parois ne devoient pas être plus pressées d'un côté que de l'autre. Quelle est donc la cause de ce phénomène singulier ? Ce ne peut pas être l'air, comme on a cru que cela arrivoit dans certaines liqueurs lorsqu'elles se geloient, puisque cet air est chassé de l'eau par les sels qui s'y dissolvent, même à froid, et à plus

forte raison dans cette expérience où les sels ont été dissous à chaud.

La seule manière qui reste d'expliquer ce fait, c'est d'avoir recours à l'énergie de l'attraction qui porte les molécules salines les unes vers les autres, et qui les dirige dans un sens plutôt que dans un autre, pour donner naissance à des corps réguliers. Aussi doit-on considérer dans cette hypothèse tous les cristaux comme autant d'arcs-boutans dont les extrémités, en s'accroissant de plus en plus, font effort en sens contraire contre les parois du vase, et finissent par le briser lorsque la force rassemblée de ces critaux salins surpasse celle qui en tient les parois.

D'après ces considérations, je pensai que la fracture des vases dans lesquels l'eau gèle pourroit bien dépendre de la même cause. Pour appuyer cette opinion sur quelques probabilités, j'ai exposé de l'eau dans différens états à un froid capable de la faire geler (on sait que nous entendons par froid l'absence d'une portion de calorique). Dans une expérience, j'ai employé de l'eau de rivière odinaire contenue dans un flacon qu'elle remplissoit entièrement, et qui étoit exactement fermé. Le flacon ayant été plongé dans un mélange de sel et de glace, le flacon cassa au bout de quinze

minutes. Dans une autre expérience, j'ai employé de l'eau de rivière que j'avois fait bouillir pendant dix minutes, le flacon qui devoit servir à l'expérience et que je bouchai pendant l'ébullition de l'eau, fut rempli avec d'autre eau bouillante à mesure que la première s'évaporoit: le flacon se cassa au bout de vingt-quatre minutes. Dans une troisième expérience j'ai pris de l'eau sortant de l'alambic où l'on en distilloit depuis plusieurs heures, et où conséquemment elle avoit pris le degré de chaleur capable d'en faire sortir tout l'air: le flacon fut brisé comme les précédens. J'ai vu, chaque fois que la fracture des flacons avoit lieu, le mêlange refroidissant recevoir un mouvement qui le portoit du centre à la circonférence, et chaque fois aussi un bruit semblable à une détonnation se faisoit entendre.

Ces expériences ne semblent-elles pas prouver qu'il y a dans l'eau qui se gèle une autre puissance que la présence de l'air, pour produire la rupture des vases où elle est contenue lorsqu'elle éprouve ce changement d'état. Je pense que dans ces expériences sur la congélation artificielle de l'eau dans des vases fermés, comme dans la cristallisation des sels, la force avec laquelle les molécules cristallines tendent à former des solides allongés, est la vé-

ritable cause de la rupture des vaisseaux où elles ont lieu, et que ce n'est point au dégagement de l'air que cette rupture est due.

EXTRAIT
D'UN MÉMOIRE
Sur la nature des Sulfures alcalins ou foies de soufre;

Par MM. DEIMAN, PAELS-VAN-TROOSWYK, NIEUWLAND et BONDT (1).

Les savans auteurs de ce mémoire annoncent qu'ils ont entrepris une suite d'expériences physico-chimiques, et ils le présentent comme un premier résultat de leurs travaux. Nous nous empresserons de recueillir leurs recherches dans les Annales, et si nous y ajoutons quelques observations, nous ne craignons pas que l'on se trompe sur nos intentions.

I.

La combinaison du soufre avec les alcalis et avec la chaux a la propriété de décomposer

(1) Journal de Physique, juin 1792.

l'air de l'atmosphère ; mais dans les expérences qu'on a faites sur cet objet, on a presque toujours employé des sulfures liquides, ou plus ou moins humectés, ou enfin placés dans des circonstances où ils pouvoient attirer de l'eau. Cette circonstance pouvoit influer sur les phénomènes qui ont été observés.

Les auteurs ont pris deux quantités égales de sulfure de potasse au moment où il venoit d'être fait ; ils les ont enfermées dans des volumes égaux d'air atmosphérique, l'une sur du mercure, l'autre sur de l'eau. Ils n'ont observé aucune diminution dans la première ; dans la seconde cette diminution s'est déja fait remarquer le jour suivant. Dans une autre expérience, la température étant plus froide, le sulfure enfermé sur l'eau n'a pas exercé d'action sur l'air ; mais l'ayant un peu humecté d'eau, il a diminué le volume de l'air à la manière ordinaire.

Le sulfure de baryte a présenté des phénomènes analogues.

Un sulfure qui n'avoit produit aucune diminution dans l'air avec lequel il avoit été en contact pendant dix jours, étant humecté d'eau, l'a privé si complettement de son oxigène dans l'espace de deux jours, que le reste n'étoit plus susceptible d'aucune diminution, de sorte que l'on ne peut douter que l'attraction de l'oxi-

gène ne se fasse par le moyen de l'eau.

Les sulfures secs n'exercent également aucune action sensible sur le gaz nitreux ; mais ce gaz est décomposé dès qu'on ajoute de l'eau au sulfure, et le résidu est du gaz azote.

I I.

Du soufre ayant été mêlé avec un peu de carbonate de potasse dans un tube par lequel on a fait passer de l'eau en vapeur, et que l'on a tenu sur des charbons ardens, il s'est dégagé d'abord de l'acide carbonique, puis du gaz hydrogène sulfuré qui s'est combiné en partie avec l'eau dont étoit rempli le récipient. Le mêlage qui étoit dans le tube s'est trouvé du sulfure de potasse dans l'état de dessication. Ce sulfure dissous dans l'eau, puis décomposé par l'acide muriatique pur et filtré, a formé un précipité avec le muriate de baryte, de sorte qu'il contenoit de l'acide sulfurique. Comme on avoit quelques soupçons sur la pureté de la potasse, on a répété l'expérience avec une soude dont la pureté a été constatée, et l'on a formé le sulfure par la voie humide : le résultat a été le même. Le sulfure de chaux a présenté les mêmes phénomènes, mais le soufre et la chaux traités séparément n'ont point donné de gaz.

III.

Les expériences précédentes prouvent donc que l'oxigène de l'eau, se portant sur le soufre, forme un sulfate avec la base du soufre, pendant que son hydrogène se combine avec du soufre pour former le gaz hydrogène sulfuré.

Ayant fait passer très-lentement du gaz hydrogène par un tube de verre rougi contenant du soufre bouillant et réduit en vapeur, ce gaz n'a pris aucune propriété du gaz hydrogène sulfuré : il ne s'est manifesté, en le brûlant qu'une odeur semblable à celle du soufre fondu. M. Gengembre a eu un autre résultat en fondant du soufre sous une cloche pleine de gaz hydrogène par les rayons du soleil rassemblés au foyer d'une lentille. La différence dépend peut-être du plus grand degré de chaleur qu'il a pu obtenir de cette manière. Quoi qu'il en soit, l'expérience précédente paroît prouver que c'est une circonstance, sinon nécessaire, du moins très-favorable à la formation du gaz hydrogène sulfuré, que le soufre soit présenté à l'hydrogène au moment où celui-ci devient libre.

IV.

Les auteurs avoient éprouvé qu'à une chaleur rouge ce gaz hydrogène sulfuré se dégage,

quand on fait passer sur les sulfures la vapeur de l'eau bouillante : ils pensent que les sulfures humectés et liquides renferment l'hydrogène sulfuré, et ils ont examiné les circonstances sous lesquelles il s'en dégage en gaz. Ils ont fait bouillir avec de l'eau les sulfures alcalins caustiques, ceux de chaux, de baryte et de magnésie; mais la chaleur de l'eau bouillante ne suffit pas pour dégager la moindre bulle de gaz; les sulfures de carbonates de potasse et de soude, traités de la même manière, en ont donné qui étoit mêlé à du gaz acide carbonique; mais on parlera de ces sulfures dans la suite.

En versant un acide sur les sulfures caustiques, le dégagement du gaz eut lieu d'abord : il fut beaucoup favorisé par la chaleur. On sait qu'il convient pour cet effet d'employer un acide qui ne cède pas facilement son oxigène.

Pour avoir du gaz hydrogène sulfuré parfaitement pur et avec facilité, on a rempli de mercure une petite cloche, on y a fait passer un peu de sulfure d'ammoniaque obtenu de deux parties de chaux vive, de deux de muriate d'ammoniaque et d'une de soufre; on y a ajouté ensuite le double d'acide sulfurique étendu dans trois parties d'eau; à l'instant, il s'est dégagé beaucoup de calorique, et il y a

eu une production considérable de gaz qui étoit très-pur. On peut opérer de la même manière sur les autres sulfures alcalins et terreux; mais dans quelques cas il faut employer un peu de chaleur.

V.

Les acides contribuent-ils à la formation du gaz hydrogène sulfuré, ou bien servent-ils seulement à le développer? Le gaz hydrogène sulfuré se dissout, à la vérité, dans l'eau; mais il s'y dissout en trop petite quantité pour pouvoir supposer qu'il existe tout formé dans l'eau qui se trouve dans les sulfures.

Pour décider cette question, on a éprouvé quelle étoit l'action de l'alcali sur ce gaz. Faisant donc passer dans le gaz hydrogène sulfuré renfermé sur du mercure, de l'ammoniaque, de la potasse et de la soude caustiques et liquides, le volume du gaz a été diminué à l'instant, et il a été bientôt absorbé entièrement. L'eau de chaux l'a absorbé également, mais avec moins de rapidité et en moindre quantité.

Si l'on verse un acide dans la liqueur alcaline qui tient le gaz sulfuré en dissolution, on obtient à l'instant le même volume de gaz hydrogène sulfuré qui avait été absorbé; ce qui prouve

encore que ce gaz n'est pas décomposé par les alcalis qui le dissolvent.

La dissolubilité du gaz hydrogène sulfuré par les alcalis découverte par les auteurs, démontre, selon eux, que les acides par leur plus grande affinité avec les alcalis et les bases terreuses des sulfures, ne font autre chose que déplacer ce gaz de la combinaison où il se trouve fixé.

V I.

L'on avoit employé dans les expériences précédentes les alcalis caustiques : le gaz est également absorbé par la solution des carbonates dans l'eau, sans doute en raison de l'alcali pur que ces carbonates contiennent toujours plus ou moins.

L'eau favorise cependant cette dissolution : en effet, ayant renfermé quelques parcelles de soude caustique sèche dans du gaz hydrogène sulfuré pendant plusieurs jours, on n'observera aucune diminution de volume : mais y ayant fait passer un peu d'eau, l'absorption eut lieu dans l'instant. De même ayant fait passer d'abord un peu d'eau dans du gaz hydrogène sulfuré renfermé sur du mercure, il n'y avoit qu'une très-petite absorption du gaz; mais en y faisant monter ensuite un petit morceau de soude, le gaz a été absorbé complettement. Dans l'un et l'autre

cas le gaz a reparu à l'instant, dès qu'on a ajouté quelqu'acide. Cette nécessité d'ajouter de l'eau aux alcalis, pour les mettre en état de dissoudre le gaz, explique pourquoi dans une expérience précédente l'on a obtenu ce gaz en faisant passer la vapeur de l'eau sur le sulfure tenu à une chaleur rouge. L'alcali du sulfure étoit resté sec dans cette expérience, et n'avoit pu par conséquent absorber aucun gaz.

Ces expériences fournissent un moyen de reconnoître le gaz hydrogène sulfuré, et de le distinguer des autres espèces de gaz inflammables, telles que le gaz hydrogène carboné et le phosphore qui ne sont pas absorbés par les alcalis, et sur-tout de le séparer lorsqu'il se trouve mêlé à quelqu'autre espèce de gaz.

VII.

Il étoit intéressant de connoître les phénomènes que présenteroit le mêlange du gaz hydrogène sulfuré et du gaz ammoniaque.

Lorsqu'on a mêlé volumes égaux de ces deux gaz, il s'est fait une diminution considérable, il s'est formé une vapeur blanche semblable à celle qu'exhale le sulfure d'ammoniaque, et l'on a observé un dépôt de poudre noirâtre sur la surface du mercure : le résidu gazeux forme à-peu-près le quart du total, si le mê-

lange s'est fait à parties égales. Lorsque la vapeur blanche s'est complettement dissipée, et qu'on a transvasé le résidu pour l'examiner dans sa pureté, on trouve, en l'éprouvant avec le gaz acide muriatique, que c'est du gaz ammoniaque pur.

Ayant fait passer de l'acide sulfurique affoibli dans le résidu de l'expérience précédente dont la vapeur et le dépôt n'avoient pas été séparés, il s'est reproduit une quantité de gaz hydrogène sulfuré égale à la quantité primitive, mais le même acide a absorbé en entier le résidu purifié. Dans le premier cas, l'acide a dégagé le gaz hydrogène sulfuré, en se combinant avec toute l'ammoniaque; dans le second, le résidu ne contenant que le gaz ammoniaque, l'acide a tout absorbé.

Cette expérience prouve que le gaz ammoniaque et le gaz hydrogène sulfuré quittent l'état gazeux en se combinant ensemble; que les dépôts que l'on observe sous le produit de cette combinaison, et qu'on en peut dégager de nouveau le gaz hydrogène sulfuré par le moyen des acides.

Ayant fait bouillir un peu de sulfure ordinaire d'ammoniaque, le produit recueilli sur du mercure étoit gazeux, mais rempli d'une vapeur parfaitement analogue à celle qu'exhale

ordinairement ce sulfure, et qui l'a fait nommer *liqueur fumante de Boyle*. Ce gaz a été partagé en deux parties, dont l'une a été purifiée et éclaircie par le moyen du papier à filtrer qui l'a diminuée d'un cinquième; l'acide sulfurique affoibli n'a point dégagé de gaz hydrogène sulfuré de cette dernière partie, mais il en a dégagé de la première; ce qui fait voir que la vapeur ou plutôt la fumée blanche qu'on voit s'exhaler du sulfure d'ammoniaque, ne provient que de l'union du gaz ammoniaque avec le gaz hydrogène sulfuré qu'il entraîne en se volatilisant.

VIII.

Les sulfures caustiques ne donnent pas de gaz hydrogène sulfuré par la chaleur seule; il faut au moins, pour l'obtenir, une chaleur fort supérieure à celle de l'eau bouillante : mais le cas est différent pour les sulfures de carbonate de potasse, de soude, etc. Ayant préparé ceux-ci par la voie sèche, et les ayant humectés d'un peu d'eau, on les a échauffés et on en a obtenu une quantité assez considérable de gaz ; mais ce gaz a éteint la lumière, troublé l'eau de chaux, et n'a paru d'abord que du gaz acide carbonique. On obtient un gaz qui est doué des mêmes propriétés, quand on verse sur ces sulfures un acide un peu étendu d'eau.

On ne peut séparer par l'eau de chaux ou par l'ammoniaque le gaz acide carbonique du gaz hydrogène sulfuré qui se trouve mêlé avec lui; car si l'on fait un mélange de ces deux gaz à parties égales, et si l'on en absorbe bien au-delà de la moitié, le résidu éteint encore la lumière Il faut avoir recours à un autre moyen pour faire cette séparation. Ce moyen est la décomposition du gaz hydrogène sulfuré par l'acide nitrique. Ayant plongé dans l'acide nitrique l'ouverture d'une cloche qui contenoit un mélange des deux gaz, il y a eu à l'instant diminution de volume et formation de dépôts de soufre : le résidu s'est trouvé être du gaz acide carbonique.

L'on voit donc qu'il y a une différence entre les sulfures caustiques et les non caustiques relativement à la production du gaz hydrogène sulfuré. L'acide carbonique étant combiné avec la potasse ou avec la soude, affoiblit l'affinité de celles-ci pour le gaz hydrogène sulfuré, et son action à cet égard, quoique très-foible, n'en est pas moins analogue à celle des acides en général, qui, en s'emparant de l'alcali des sulfures, détruisent leur affinité pour le gaz hydrogène sulfuré. Un acide plus fort, en chassant le gaz acide carbonique, dégage aussi le gaz hydrogène sulfuré : la chaleur seule les développe

loppe tous les deux en même-tems; mais il ne s'ensuit pas que le même effet aura lieu pour les sulfures caustiques auxquels le gaz hydrogène sulfuré tient avec plus de force.

IX.

Lorsque le gaz oxigène est absorbé par les sulfures humides, les auteurs pensent que l'eau est décomposée, que son oxigène se porte sur le soufre du sulfure, et que son hydrogène uni à un peu de soufre reste dissous dans l'alcali du sulfure dont il est dégagé par les acides. L'on sait que le soufre et l'alcali n'ont, ni seuls, ni combinés dans l'état de sulfure sec ou de sulfate, la propriété d'attirer l'oxigène, soit pur, soit de l'air atmosphérique. Il est connu, disent-ils, et leurs expériences l'ont confirmé, que le gaz hydrogène sulfuré et le gaz oxigène, étant mêlés ensemble dans une certaine proportion, quittent l'un et l'autre l'état gazeux, de sorte que tout le gaz oxigène se trouve détruit; il falloit examiner si le gaz hydrogène sulfuré conservoit cette propriété, lorsqu'il est dissous par l'alcali.

On a saturé un peu de potasse liquide de gaz hydrogène sulfuré, et on a enfermé cette liqueur dans l'air atmosphérique sur du mercure; il s'est manifesté une diminution dans le

volume du gaz qui s'est trouvé après quelques jours avoir perdu tout son oxigène et n'être plus que du gaz azote.

On a obtenu le même résultat en renfermant la liqueur alcaline saturée de gaz hydrogène sulfuré dans du gaz oxigène pur: dans deux jours l'absorption de ce gaz a été complette.

X.

Conclusions générales.

1. Le soufre s'unissant aux alcalis, à la chaux, à la baryte et à la magnésie, forme avec ces substances des combinaisons chimiques qui ont des propriétés et des lois d'affinité différentes de celles de leurs composans.

2. Une des propriétés les plus remarquables que le soufre acquiert dans cet état, c'est l'intensité de la faculté d'attirer l'oxigène.

La raison de cette attraction plus active semble être que l'alcali présente à la combinaison du soufre et de l'oxigène, à mesure qu'elle se forme, une base à laquelle cette combinaison se joint avec la plus grande activité pour constituer un sulfate. La formation du sulfate sera donc dans ce cas l'effet de deux affinités, de celle que le soufre a par lui-même pour l'oxigène, mais qu'il n'exerce qu'à une température très-

élevée, et de celle que la base alcaline a pour la combinaison du soufre et de l'oxigène, c'est-à-dire pour l'acide sulfurique, de sorte que la dernière donne à la première un plus grand degré d'intensité.

3. Toutefois cette faculté d'attirer l'oxigène n'est pas augmentée dans le soufre par sa combinaison avec les alcalis jusqu'au point de pouvoir faire quitter à l'oxigène l'état gazeux, pas même quand il se trouve combiné avec le gaz azote dans l'état de gaz nitreux. Ces sulfures exercent leur attraction pour l'oxigène en décomposant l'eau.

Il paroît que l'oxigène de l'eau est attiré dans ce gaz par préférence à celui qui se trouve dans l'état gazeux, parce que dans ce dernier cas il se trouve uni à beaucoup de calorique. Au reste c'est le même phénomène qu'on observe, par exemple, dans le fer qui ne s'altère pas sensiblement, soit dans l'atmosphère, soit même dans le gaz oxigène pur, tandis qu'il attire avidement l'oxigène de l'eau.

4. En examinant donc un sulfure humecté d'eau ou préparé par la voie humide, on trouve que l'oxigène de l'eau uni à une partie de soufre est convertie en acide sulfurique, et que cet acide a formé avec la base du sulfure un sulfate.

5. L'hydrogène de l'eau, dès qu'il devient

libre, s'unit de son côté avec une partie du soufre et constitue la combinaison connue sous le nom de gaz hydrogène sulfuré ou hépatique.

Pour que cette union du soufre et de l'hydrogène se fasse, il convient que ces deux substances se rencontrent au moment où l'hydrogène devient libre, et avant qu'il ait pris la forme de gaz.

6. Le gaz, après avoir été formé, ne quitte pas la solution des sulfures, mais y reste combiné à la base alcaline ou terreuse, pourvu que cette base soit dissoute dans l'eau qui favorise cette solution comme plusieurs autres.

Comme le gaz hydrogène pur n'est pas soluble dans les alcalis, l'affinité de ceux-ci pour le gaz hydrogène sulfuré paroît dépendre de leur affinité pour le soufre.

7. Le gaz hydrogène sulfuré dissous dans les alcalis y est assez fixé pour résister à la chaleur de l'eau bouillante, sans les quitter : il faut pour cet effet un acide qui, par une plus grande affinité, s'empare de l'alcali, le sature et en dégage ainsi le gaz.

Il faut employer pour cet effet des acides qui ne cèdent pas facilement leur oxigène, pour qu'ils ne soient pas décomposés eux-mêmes par le gaz hydrogène sulfuré qui s'empareroit de leur oxigène. On peut quelquefois prévenir cette

décomposition des acides et du gaz, en les étendant d'eau.

8. Ce gaz enfin retient dans la dissolution alcaline ses propriétés et sur-tout celle d'attirer le gaz oxigène, et de former avec lui de l'eau en abandonnant le soufre.

9. Un sulfure alcalin dissous dans l'eau contient donc, 1°. le sulfure proprement dit ou la combinaison du soufre avec l'alcali; 2°. le sulfate qui s'est formé par la décomposition de l'eau, dont l'oxigène s'est uni à une portion de soufre, et 3°. le gaz hydrogène sulfuré dissous dans la base alcaline du sulfure.

En réunissant ces faits, la manière dont les sulfures agissent en décomposant l'air atmosphérique et en absorbant le gaz oxigène, deviendra évidente. Les sulfures secs n'ont aucune action sur le gaz oxigène: or dans les sulfures liquides on a, outre le sulfure dissous dans l'eau, le sulfate qui s'est formé; mais celui-ci n'exerce non plus aucune attraction sur l'oxigène; il ne reste donc que le gaz hydrogène sulfuré dissous dans l'alcali; et en effet c'est à cette dernière portion du sulfure liquide seule qu'il faut attribuer l'absorption du gaz oxigène.

En dissolvant un sulfure alcalin dans l'eau, la décomposition de l'eau (pourvu que l'opération se fasse dans des vaisseaux bien bouchés)

continuera jusqu'à ce que la base alcaline soit saturée de gaz hydrogène sulfuré; ce terme passé, il y aura équilibre, et l'eau ne sera plus décomposée. Aussi c'est une circonstance bien connue que les sulfures se conservent très-bien, c'est-à-dire ne se changent pas entièrement en sulfates, quand on les conserve dans des bouteilles exactement bouchées; d'où il paroît résulter encore que la décomposition de l'eau par les sulfures, causée en partie par l'attraction de l'alicali sur la combinaison de l'une des parties constituantes de l'eau avec le soufre, c'est-à-dire sur l'acide sulfurique, est favorisée en même-tems par l'attraction de ce même alcali sur la combinaison du soufre avec l'autre partie constituante de l'eau, c'est-à-dire sur le gaz hydrogène sulfuré. C'est encore une des raisons peut-être pourquoi le sulfure décompose l'eau plutôt que l'air atmosphérique.

Au contraire, si on laisse exposé à l'air atmosphérique un sulfure liquide, l'hydrogène cherche à reprendre son oxigène et l'eau est reproduite, tandis que le soufre qui avoit été uni à l'hydrogène, reste dissous dans l'alcali; mais cette eau est encore décomposée à son tour et reproduite de nouveau, et ces opérations continuent alternativement, jusqu'à ce qu'enfin tout le sulfure, particule à particule, soit changé en sulfate.

Nous allons exposer l'opinion que nous avons adoptée sur l'action que les sulfures exercent sur l'oxigène dans différentes circonstances, sans entrer dans les développemens qu'elle pourroit exiger.

Les sulfures attirent l'oxigène avec lequel ils se trouvent en contact; ils n'ont le pouvoir de décomposer l'eau qu'à une température très-élevée, ou lorsqu'un acide se combine avec l'alcali du sulfure sans pouvoir donner par lui-même de l'oxigène au soufre. Dans ce dernier cas la décomposition de l'eau est prouvée (et c'est un fait connu) par une portion de sulfate qui s'est formée, et qui n'existoit pas avant l'action de l'acide.

Cette dernière décomposition de l'eau est due à un concours d'affinités dans lequel il faut faire entrer l'affinité du calorique qui passe de l'acide au gaz hydrogène. Elle est analogue à celle qui est produite par l'action des acides sur quelques métaux, tandis que dans d'autres circonstances, ces métaux attirent l'oxigène de l'atmosphère.

Les auteurs n'admettent pas cette distinction; selon eux, l'eau est décomposée dans tous les cas; mais ils ne rendent pas raison d'une différence importante entre les phénomènes. Lorsque c'est la chaleur ou l'action d'un acide qui ont déterminé la décomposition de l'eau, il se

V iv

dégage du gaz hydrogène sulfuré ; mais lorsque le sulfure est mis en contact avec l'oxigène, il se fait une absorption de ce principe sans aucun dégagement. Les auteurs supposent qu'alors l'eau se forme de nouveau. Ils veulent donc que l'eau se décompose et qu'elle se reproduise simultanément et dans les mêmes circonstances.

Nous ne pensons pas que le gaz oxigène et le gaz hydrogène se combinent ensemble par le simple contact, comme les auteurs l'avancent §. IX, à moins que la température ne soit fort élevée.

Quant à la nécessité de l'eau pour qu'un sulfure puisse agir sur l'oxigène, on observe la même chose dans plusieurs circonstances et notamment avec la magnésie ou la chaux, qui ne se combinent pas avec l'acide carbonique sans l'intermède de l'eau.

SECONDE LETTRE
DE M. VAN-MARUM
A M. BERTHOLLET,

Contenant la description d'un Gazomètre très-simple, et d'un appareil pour faire à très-peu de frais l'expérience de la composition de l'eau par combustion continuelle.

MONSIEUR,

DEPUIS ma dernière lettre contenant la description d'un gazomêtre hydrostatique, il m'a paru qu'on peut avoir un gazomètre beaucoup plus simple et aussi exact que le premier, pourvu qu'on se donne la peine d'observer, pendant qu'on s'en sert, si la pression qui en fait sortir l'air se soutient au même degré, et qu'on la rectifie de tems en tems; ce qu'on peut très-facilement faire, en se servant de l'appareil que je m'en vais vous décrire.

Deux récipiens d'air dont je me suis servi pour remplir les gazomètres que j'ai décrits dans ma lettre précédente (*Annales de Chimie, février* 1792,) me servent actuellemnt de gazomètres mêmes, après y avoir ajouté quelques

additions. Vous les voyez représentés sur la planche ci-jointe, *fig. 1*. Premièrement je les ai pourvus d'échelles faites de la même manière que l'échelle de mon premier gazomètre. L'extrêmité inférieure de la lame de cuivre qui porte l'échelle, est aussi vissée de la même manière à une bande de cuivre *m m*, d'un pouce de hauteur, entourant le fond du gazomètre et fixée sur la tablette sur laquelle il repose. L'extrêmité supérieure y est fixée d'une manière différente ; elle n'a point la plaque *c* représentée *pl. II* de la lettre précédente, mais elle continue jusqu'à la surface inférieure du bord de la virole *r r*, et y est fixée par une vis qui perce ce bord, et dont la tête est enfoncée dessous sa surface supérieure, afin qu'elle n'empêche pas la plaque de cuivre, qui ferme le gazomètre, de toucher à cet endroit le bord susdit. Les cylindres de verre *gg* sont aussi pouvus de deux robinets *n n*, afin que chaque gazomètre puisse être rempli et vidé jusqu'au même point, chaque fois qu'on veut en employer le contenu entier (lettre précéd. *page* 119 et 128). Au reste la monture de ces gazomètres ne diffère pas de celle des récipiens susdits, qu'en ce que le tuyau de verre *d e* n'est pas mastiqué dans le bout *c* du tuyau de cuivre *bc*, mais dans une virole de cuivre *o*, qui visse

dans la partie c du tuyau $c\,b$; ce qui fait que le tuyau $d\,e$ peut avoir la même largeur que les tuyaux aa et bc. Le syphon $a\,a\,b\,c\,d\,e$ doit avoir par-tout la largeur d'environ $\frac{1}{4}$ pouce, et le robinet f doit avoir aussi à-peu-près la même ouverture de $\frac{1}{4}$ pouce, afin que le gazomètre puisse être rempli et vuidé en peu de tems.

Ces gazomètres ne sont point pourvus de thermomètres, parce que j'ai observé dans mes expériences faites avec les gazomètres précédens, que la température de l'air contenu dans un gazomètre s'accorde ordinairement très-bien avec celle de l'air environnant, qu'on peut facilement observer par un thermomètre ordinaire placé à peu de distance du gazomètre.

Pour verser de l'eau dans le gazomètre, j'ai fait visser sur le robinet f un entonnoir dont on voit la coupe représentée par les lignes $u\,u$. Après avoir rempli le gazomètre, cet entonnoir sert aussi pour pouvoir adapter commodément le syphon $b\,c$ sur le robinet f, sans que l'air de l'atmosphère y puisse entrer pendant la manipulation. Pour cet effet on verse de l'eau dans cet entonnoir, après avoir fermé le robinet f. Puis le cylindre gg. étant rempli d'eau qui se trouve donc aussi à la même hauteur dans le tuyau $c\,d\,t$, on tire l'eau dans le tuyau cb, en l'aspirant par la bouche à l'extrémité b, jus-

qu'à ce que l'eau découle par l'ouverture *b*. On ferme alors cette ouverture avec le doigt, et on le met sur le robinet *f*, ayant soin de tenir l'ouverture bien fermée jusqu'à ce qu'elle se trouve dessous la surface de l'eau dans l'entonnoir *u u*.

La manière de faire entrer l'air dans ces gazomètres et de l'en faire sortir, est décrite dans ma lettre précédente. Par le moyen de l'échelle que j'y ai fait adapter, j'observe les quantités d'air employé avec la même exactitude que dans le gazomètre précédent ; mais le moyen de soutenir la pression n'est pas tout-à-fait si facile. Le robinet *q* vient du réservoir du laboratoire ; et comme l'eau descend dans ce réservoir à mesure que ce robinet fournit de l'eau, la pression qui fait sortir l'eau diminue, et par conséquent la quantité d'eau que le robinet *q* fournit, diminue en proportion. Il faut donc ouvrir ce robinet de plus en plus, à mesure que la pression diminue, afin d'avoir un écoulement égal, pour soutenir au même degré la pression qui fait sortir l'air du gazomètre. L'expérience m'a appris cependant que cette correction de l'ouverture du robinet *q* pour soutenir la pression dans le gazomètre au même degré, ne demande pas beaucoup d'attention, et qu'on trouve facilement un ouvrier qui peut très-bien régler l'écoule-

ment d'eau par les deux robinets qq, en employant les deux gazomètres en même tems.

On observe les pressions qui font sortir l'air du gazomètre, par le moyen d'une mesure de bois de buis divisée en pouces et lignes, qui est placée entre le récipient du gazomètre et son cylindre gg.

L'usage de ces gazomètres est très-facile, et on peut régler les pressions assez exactement pour presque toutes les expériences gazométriques. Comme on peut mesurer les quantités d'air employé par ces gazomètres, aussi exactement que par les autres, on peut donc s'en servir au lieu des gazomètres que j'ai décrits dans ma lettre précédente, pourvu qu'on employe un assistant qui règle l'écoulement de l'eau par les robinets qq. Ce besoin de régler cet écoulement est le seul point principal qui rend ces gazomètres inférieurs aux précédens, dont les pressions une fois réglées se soutiennent égales.

Après avoir simplifié de cette manière le gazomètre, afin que ceux qui s'occupent des expériences de la chimie moderne, puissent se le procurer plus facilement, j'ai aussi cherché de trouver une méthode plus simple, pour répéter facilement et à peu de frais l'expérience de la composition de l'eau par combustion continuelle. Voici comment je m'y prends :

Je me sers d'un ballon de verre de 10 pouces de diamère, qui a un col d'1 $\frac{1}{4}$ pouce de largeur et long d'environ 2 pouces, ayant fait user le bord de l'ouverture, afin de pouvoir placer le col du ballon avec un peu de cire ou de graisse sur une petite platine, comme les récipiens d'une machine pneumatique, sans que l'air puisse entrer dans le ballon. Cette platine a un robinet par lequel je visse le ballon sur une machine pneumatique. Ayant vuidé le ballon, je le visse sur le robinet d'un récipient placé dans la cuve phneumato-chimique, et qui contient assez d'air vital pour remplir le ballon, quand les deux robinets sont ouverts. Après qu'il est rempli d'air vital, je l'ôte de la platine, et s'il y reste de la cire au col du ballon, je l'en détache. Je mets le ballon, aussi vîte qu'il est possible, sur l'anneau de cuivre qui est porté par trois pieds sur le guéridon représenté dans la *figure* ci-jointe. Ayant placé auparavant sur cette tablette une jatte de verre qui contient du mercure, dans lequel le col du ballon s'enfonce quand il repose sur l'anneau, l'air vital est donc parfaitement bien enformé dans le ballon; et comme l'ouverture du ballon n'a plus qu'1 $\frac{1}{4}$ pouce de diamètre, le changement d'air qui peut avoir lieu dans le moment que le ballon est ouvert, en le mettant à sa place, n'est presque pas remarquable.

Chaque gazomètre qui se trouve à côté du ballon, a un tuyau de verre courbé, comme on le voit dans la *figure*. Les extrêmités de ces tuyaux *ss* sont perpendiculaires et se touchent l'un et l'autre; et comme les diamètres de ces tuyaux n'ont plus que $\frac{1}{8}$ de pouce, ils entrent donc facilement dans le col du ballon. J'ajuste ces tuyaux sur les gazomètres avant de mettre le ballon à sa place. Ils sont cimentés dans des tuyaux courbés de cuivre *tt*, qui sont vissés sur les robinets *ll*, de la manière que j'ai décrite dans ma lettre précédente, *page* 122.

L'ouverture de l'extrêmité du tuyau de verre par lequel le gaz hydrogène entre dans le ballon, laisse à peine passer un fil de fer d'$\frac{1}{50}$ de pouce de diamètre. J'en fais sortir un petit courant de gaz hydrogène par une pression de deux pouces, et je l'allume par une chandelle au moment que je mets le ballon sur le mercure.

L'expansion que l'air vital contenu dans le ballon subit par la chaleur de la flamme, compense la consommation de l'air vital dans le commencement de l'expérience, de manière qu'on ne voit pas que le volume d'air dans le ballon diminue, qu'après que la combustion a duré quelques minutes. Pour cette raison je n'ouvre pas le robinet du gazomètre qui fournit l'air

vital au ballon, qu'après avoir vu que le volume d'air vital est diminué; ce qu'on peut facilement observer par l'élévation du mercure dans le col.

Je fais entrer l'air vital dans le ballon par une pression de deux lignes, et le gaz hydrogène par une pression de deux pouces, comme dans mes expériences précédentes.

Par cet appareil simple et fort facile à manier, j'ai réussi à faire de l'eau, qui ne contenoit absoulument pas d'acide, et qui étoit presqu'insipide. Il est vrai qu'on ne peut pas pousser l'expérience plus loin que jusqu'à ce que tout le contenu du gazomètre qui fournit le gaz hydrogène, soit consumé; mais 1800 pouces cubiques d'air qui font le contenu de ce gazomètre, suffisent sûrement pour faire d'une manière satisfaisante l'expérience concernant la production de l'eau par la combustion de deux gaz. Si on desire cependant faire usage de plus grands volumes d'air sans interruption, on peut le faire en employant deux de ces gazomètres au lieu d'un, et en les combinant par une pièce à deux robinets que j'ai décrite dans ma lettre précédente, *page* 137, *pl. II, fig* 4. J'ai fait faire dernièrement, pour l'expérience de la composition de l'eau, deux de ces pièces à deux robinets xx que j'ai placées sur deux colonnes de bois

bois *yy*, fixées sur la tablette à chaque côté du ballon, comme *fig.* 2 représente. L'emplacement de ces pièces ne permet pas d'y voir plus d'un robinet sur chacune d'elles. La communication entre les deux robinets de chaque pièce et le tuyau de verre *s v* qui conduit l'air dans le ballon, est faite comme *fig.* 3 la représente. Le tuyau *s v* est mastiqué dans une petite virole qu'on visse dans le trou *w*. Pour combiner ces robinets avec les gazomètres, je me sers de tuyaux flexibles (faits de gomme élastique pour servir comme catheters dans les maladies de la vessie), dont je fixe les extrêmités sur des tuyaux de cuivre qui sont vissés sur les robinets.

Je ne me suis pas servi jusqu'ici de cet appareil pour faire une expérience exacte, en comparant le poids de l'eau produit avec le poids des airs consumés. Vous voyez pourtant facilement, Monsieur, que cet appareil simple n'est pas de beaucoup inférieur à l'autre à cet égard, puisque les échelles de ces gazomètres étant faites de la même manière que celles des gazomètres précédens, leur indication doit être aussi exacte que celle des autres. La seule différence qui peut influer sur la comparaison des poids susdits, consiste en ce que le ballon est ouvert pendant six à huit secondes, en le mettant

à sa place et en l'ôtant, et qu'on perd aussi un peu de gaz hydrogène par l'inflammation, avant que la flamme soit enfermée dans le ballon. Je ne doute cependant pas que vous m'accorderez que l'erreur que ces deux circonstances pourront causer, sera peu considérable.

Pour savoir exactement le poids de l'eau produit, je pèse, avant et après l'expérience, le ballon et la jatte avec le mercure sur lequel toute l'eau produite se trouve, excepté ce qui s'attache à la surface intérieure du ballon ; puis je sépare l'eau du mercure, en les versant ensemble dans un entonnoir de verre, dont le tuyau a une ouverture étroite qu'on peut fermer avec le doigt, et par laquelle on peut laisser écouler le mercure.

Quand on veut examiner la qualité de l'air qui reste dans le ballon après l'expérience, on le ferme avant de le peser, en employant un bouchon dont le poids est connu. Pour examiner la qualité de cet air, on met le ballon sur la platine et le robinet qui a servi pour le vuider; puis on visse ce robinet sur un récipient cylindrique fermé par un robinet de fer et vuidé. On fait passer alors une partie de l'air du ballon dans ce récipient, en ouvrant les deux robinets; ensuite on verse l'air de ce récipient dans un récipient ordinaire, par le

moyen de l'appareil pneupmato-chimique au mercure, pour l'examiner après comme il faut. (*Lavoisier*, Traité de Chimie, *Tome II;pages* 345 et 365.)

J'espère que l'appareil simple et peu coûteux que je viens de vous décrire, et la manière facile de s'en servir, satisfera en quelque manière ceux qui peuvent avoir jugé que les gazomètres décrits dans ma lettre précédente sont encore trop composés pour se les procurer ou s'en servir facilement. Ceux qui ne desirent pas de faire des expériences gazométriques avec la dernière exactitude (pour laquelle l'autre construction est préférable), pourront sûrement avoir les deux gazomètres avec l'appareil pour la composition de l'eau à un plus bas prix qu'un seul gazomètre demande, suivant la construction que j'ai décrite dans ma lettre précédente, puisqu'un gazomètre, suivant la construction que je viens de décrire, ne coûte pas au-delà de dix ducats d'Hollande; au moins on peut les avoir faits pour ce prix chez les faiseurs d'instrumens de physique *Wan-Wyk* et *Groenendaal*, qui se sont établis ici.

J'ai l'honneur d'être, etc.

EXTRAIT

Du premier Supplément et du Cahier de Mai 1791, des Annales de Chimie de Crell;

Par J. H. HASSENFRATZ.

§. I.

M. BRUEL ZELLERFELD annonce qu'on a trouvé dans la montagne de Zevier, à l'Authentol, dans le Hartz, une mine de sulfure de zinc si abondante, que l'on pourroit en exploiter plusieurs milliers sans mêlange d'aucune autre mine. Cette mine, dit M. Bruël, procureroit un zinc beaucoup plus pur que celui de Goslard, et on auroit bientôt un grand débit de ce zinc, parce qu'étant très-pur, il seroit plus propre aux combinaisons métalliques.

§. II.

M. Bindheim propose de faire des couvertures en brique dans les pays où le bois est trop cher pour construire des toîts en charpente, ou dans les endroits où l'on veut avoir une terrasse.

Le choix des briques n'est pas indifférent dans la construction de ces terrasses : il est nécessaire qu'elles soient très-dures et imperméables à l'eau.

Pour faire des briques imperméables à l'eau, M. Bindheim croit que l'argile qui doit servir à leur construction, ne doit contenir ni chaux ni sels; en conséquence il indique de rejetter toutes argiles qui feroient effervescence avec les acides. Il voudroit que l'argile fût retirée long-tems avant d'être employée, qu'elle fût déposée et délayée dans de grandes cuves de bois, qu'elle fût bien marchée, et qu'elle ne fût employée qu'après avoir été travaillée de manière à donner une pâte homogène et dégagée de tous les corps étrangers.

Lorsque les couvertures ou terrasses sont construites en briques liées entr'elles par un bon ciment, M. Bindheim fait mettre d'abord une couche de goudron sur la couverture, et il fait répandre sur ce goudron, avant qu'il soit sec, du sable très-fin; il préféreroit même que ce sable fût broyé d'abord.

Par-dessus la couche de goudron et de sable il fait mettre une couche de quatre lignes d'épaisseur, d'un ciment composé de vingt-quatre parties de chaux anciennement éteinte, vingt-quatre parties de sang de bœuf, une partie d'argile

détrempée dans de l'eau collée, une partie de gyps pulvérisé, deux parties de sable fin, quatre parties de poussière de brique, trois parties de mâche-fer, quatre parties de poils d'animaux bien hachés. Si ce mêlange étoit trop épais pour être enduit avec un pinceau, on y ajouteroit un peu de sang de bœuf; s'il étoit trop clair, on le laisseroit reposer jusqu'à ce qu'il eût acquis la consistance convenable.

Il fait répandre sur cette couche encore humide, du sable très-fin, et il fait bien unir la surface avec une brique. Par-dessus cette première couche, lorsqu'elle est sèche, M. Bindheim fait mettre une seconde couche d'un ciment composé d'une partie de chaux et deux parties de sable, de sang de bœuf et de mâche-fer. Il fait bien étendre cette couche de l'épaisseur de deux lignes, et la laisse sécher, puis fait passer par-dessus une couche de chaux avec un pinceau.

M. Bindheim assure que cette préparation est impénétrable à l'eau et au feu le plus violent, et qu'elle résiste même aux coups de marteau les plus violens; qu'en conséquence elle est non-seulement propre aux couvertures de maisons, mais que l'on pourroit encore l'employer avec avantage dans la construction des fourneaux de laboratoire et autres.

§. III.

Plusieurs minéralogistes ont avancé que les métaux étoient à l'état d'oxide dans leurs mines. M. Bruël qui a examiné cette question par l'analyse, a trouvé que dans beaucoup de mines et particulièrement les sulfures, les métaux n'étoient point oxidés. Pour citer un exemple des expériences qu'il a faites pour prouver ce fait, il a fondu ensemble du sulfure de plomb du Hartz et de l'alkali ; il a obtenu du sulfure alkalin et du plomb pur.

M. Bruël observe que si l'on expose du soufre et un métal à l'action d'un feu ouvert, le métal s'oxide dans cette opération, tandis que du soufre mêlé avec un oxide métallique et fondu dans un creuset bouché, le soufre désoxide le métal.

§. IV.

M. Lowitz a répété les essais sur la décoloration des substances par la poudre de charbon, et il annonce les résultats suivans :

1°. La poussière de charbon n'a décoloré la gomme arabique qu'après l'avoir détruite.

2°. La colle d'animaux ne fut décolorée par le charbon qu'après avoir été décomposée, ainsi que la bierre, le lait, le citron.

3°. La poudre de charbon n'a point d'in-

fluence sur l'eau-de-vie; elle ne décolore point l'acide formique, et n'a point d'effet sur les savons.

4°. La poudre de charbon décompose l'acide malique, le vin rouge et blanc.

5°. La poudre de charbon fait disparoître l'odeur du bitume putréfié, du baume de soufre, du sel de succin, des fleurs de benjoin, des punaises, des huiles empyreumatiques, des infusions de valérianne, de l'essence d'absinthe, de l'oignon, etc. etc.

6°. En rinçant avec de la poussière de charbon des vases qui contiennent ces odeurs, on les fait disparoître entièrement.

7°. Elle n'a aucune action sur l'odeur du camphre, de l'éther sulfurique, des essences, des baumes et gommes natifs, des huiles éthérées, de l'essence d'écorce d'orange.

8°. La poussière de charbon décolore le vinaigre, le carrbonate ammonical, l'acide tartareux, l'eau-de-vie de grains et autres, l'huile empyreumatique de corne de cerf, les gouttes d'Hoffmann, la crême de tartre, l'acide obtenu de l'huile de gayac, la teinture de jalap, la colophane, la teinture de bois de santal, de cochenille, de gomme lacque.

9°. On affoiblit l'haleine forte et diminue les affections scorbutiques, en se rinçant sou-

vent la bouche avec de la poussière de charbon; elle sert aussi de moyen efficace pour blanchir les dents (1).

10°. Elle empêche l'eau de se corrompre et de se troubler : cinq livres de charbon concassé par futailles suffisent pour conserver l'eau pure en mer.

§. V.

On trouve dans le Hart une pierre grise-noirâtre pénétrée de pointes d'antimoine, tachetée extérieurement de points d'un gris de fumée et d'une grande pesanteur.

Cette pierre ne raye point le verre, ne donne point d'étincelles, n'est point électrique par le frottement, ne décrépite point au feu, elle se laisse facilement broyer par le marteau, et sa cassure est terreuse.

M. Meyer qui a fait l'analyse de cette pierre, l'a trouvée composée de sulfate barytique, de plomb, de cuivre, d'antimoine et d'acide carbonique : il l'appelle *spath pesant gris*.

§. VI.

Une des montagnes d'Urolt, formée de granit corné est coupée par un filon formé de feld-spath

(1) M. Toussaint Barety a proposé, il y a une douzaine d'années, la poudre de charbon, comme un des meilleurs dent-albifiques.

rougeâtre, de quartz, de schorl noir et de Mica; dans quelques brisures de ce filon on trouve des cristaux isolés ou groupés qui ont la forme de schorl ordinaire, et dont la couleur est rouge sombre ou graine d'écarlate. Ces cristaux sont tellement rayés dans leur longueur, que l'on ne peut distinguer la forme de leurs cristaux. Quelques-uns de ces cristaux paroisseut avoir une cristallisation analoge à la zéolite. M. Hermann de Gatharinenberg appelle cette substance schorl de couleur rubis, parce que regardés au jour, il ont un rouge rubis.

§. VII.

M. Hermann annonce que le pechstein qu'il a trouvé dans les montagnes d'Urolt, est brun et brun-jaunâtre, et qu'il a quelque rapport avec celui de Hongrie.

§. VIII.

On trouve dans la partie inférieure des montagnes de la Taurique une substance que M. Bose a nommée topase de Sibérie, et que l'on appelle en Russie *schwer weictiges stin*, pierre très pesante, parce qu'elle est d'un poids beaucoup plus considérable que les amétistes, les cristaux de roche, les aigues-marines, les crysolites, les schorls couleur de topase, etc. que l'on trouve dans les mêmes montagnes.

§ IX.

M. Dubb se propose d'établir à Gottenberg une fabrique de muriate d'ammoniaque, en combinant ensemble du sulfate de soude et le *transgrums* que l'on jette dans la mer après la cuisson du *trans*.

§. X.

M. Gadolin a lu à l'académie de Stocklom un long mémoire sur l'effet de la chaleur relativement à l'attraction chimique des corps, dans lequel il annonce que la chaleur fait varier les affinités des corps les uns pour les autres. Cette variation est confirmée par un grand nombre de faits connus cités par M. Gadolin.

M. Gadolin considère dans tout ce mémoire, avec un grand nombre de savans, Black, Monge, Crawfort, Lavoisier, Berthollet, etc. la chaleur comme une substance particulière qui a une grande affinité pour les corps, qui est attirée par tous, et qui se combine plus ou moins intimement avec eux.

Il considère aussi la lumière, la flamme, comme une substance distincte de la chaleur.

Fin du Tome quatorzième.

TABLE DES ARTICLES

Contenus dans ce Volume.

Fin de la Table.





